



European Union Network for the
Implementation and Enforcement of
Environmental Law

Relatório de boas práticas para promover a transição para a economia circular na gestão de águas urbanas e industriais: Um novo índice de circularidade da água



Projeto “Abordagem integrada da água e reutilização de águas urbanas”

2019/10

Título do relatório: Relatório sobre o Índice de Circularidade da Água	Número do relatório: 2019/10
Gestores de Projeto: Anabela Rebelo (PT) Geneve Farabegoli (IT)	Relatório adotado na Assembleia Geral da IMPEL: Dezembro 2020, Berlim
Autores: Anabela Rebelo (PT) Genève Farabegoli (IT) Ronald Smalenburg (NL) Gustaaf Stuart Gunput (NL) Elinor Slotte (FI) Andreia Franco (PT) Raffaella Alessi (IT)	Número de páginas: Relatório: 26 Anexos: 43
Anabela Rebelo e Genève Farabegoli (gestoras de projeto), Andreia Franco, Raffaella Alessi, Elinor Slotte, Mihaela-Monica Crisan, Ronald Smalenburg, Gustaaf Stuart Gunput, Gökşin Gizem Arslan, Katleen Dethier, Daša Sulekova.	
Sumário executivo: Este relatório é o resultado do trabalho da equipa de projeto “Abordagem integrada da água e reutilização de águas urbanas”. Com este pretende-se apresentar os resultados de 2019 e inclui o desenvolvimento de um indicador para medir a transição de determinadas instalações para a economia circular em termos de utilização da água. Portanto, um índice denominado Índice de circularidade da água é apresentado como um instrumento para promover a utilização sustentável da água no âmbito da Diretiva-Quadro da Água (DQA) e da Diretiva relativa às Emissões Industriais (DEI).	
Aviso legal: Este relatório é o resultado de um projeto no âmbito da rede IMPEL. O respetivo conteúdo não representa, necessariamente, a opinião das autoridades nacionais.	

Introdução à IMPEL

A Rede Europeia para a Implementação e Aplicação da Legislação Ambiental (IMPEL) é uma associação internacional sem fins lucrativos de autoridades de ambiente dos Estados-Membros da UE, de países em via de adesão e candidatos à União Europeia e países da AEA. A associação está registada na Bélgica, com sede em Bruxelas, Bélgica.

A IMPEL foi fundada em 1992 como uma rede informal de reguladores europeus e autoridades preocupadas com a implementação e aplicação da legislação ambiental. O objetivo da rede é criar o impulso necessário na Comunidade Europeia para fazer avançar a garantia de uma aplicação mais eficaz da legislação ambiental. O cerne das atividades da IMPEL corresponde a ações de sensibilização, capacitação e troca de informações e experiências sobre a implementação, aplicação e colaboração internacional para a aplicação, bem como a promoção e apoio da exequibilidade e aplicabilidade da legislação ambiental Europeia.

Durante os anos anteriores, a IMPEL tornou-se uma organização considerável e amplamente reconhecida, tendo sido mencionada em vários documentos legislativos e de políticas da UE, como, por exemplo, no 6º Programa de ação em matéria de ambiente e na Recomendação para aos critérios mínimos aplicáveis às inspeções ambientais.

O conhecimento e a experiência dos participantes dentro da IMPEL tornam a rede unicamente qualificada para trabalhar nos aspetos técnicos e regulamentares da legislação ambiental da UE. Informações sobre a rede IMPEL estão também disponíveis no endereço eletrónico www.impel.eu.

Índice

Introdução.....	5
Principais resultados do projeto IWA 2017-2018	7
Objetivos do projeto IWA 2019.....	8
Introdução e desenvolvimento do índice de circularidade.....	9
Fatores-chave.....	10
O índice de circularidade.....	13
Orientações para aplicação do índice de circularidade	15
Resultados a partir de cenários reais	16
Conclusões e melhorias futuras	25
Bibliografia	26
ANEXO I: Instrumento para a determinação do índice de circularidade	27
Instalações não abrangidas pela DEI.....	27
Instalações abrangidas pela DEI.....	29
ANEXO II: Exemplos do índice de circularidade aplicado nos cenários nacionais dos Estados-Membros participantes	31
CASO DE ESTUDO A.....	31
CASO DE ESTUDO B.....	40
CASO DE ESTUDO C.....	49
CASO DE ESTUDO D.....	55
CASO DE ESTUDO E.....	64

Introdução

Num contexto clássico, a “transição para a economia circular” é descrita pela eficiência na utilização da água, tendo em conta principalmente os aspetos quantitativos. De acordo com esta abordagem, a transição deve ser promovida pela redução do consumo de água doce, minimização de fugas e perdas, promovendo práticas de reutilização, como a utilização de águas residuais tratadas e águas pluviais, e também pela valorização de lamas de depuração urbana e outros sólidos como os estrumes, nomeadamente como fontes de matéria orgânica, nutrientes e energia.

Contudo, uma abordagem mais complexa é necessária e a real transição para um modelo circular pode ser somente obtida pela conjunção dos fatores acima indicados com os respetivos processos. Assim, poderá ser alcançada uma melhor e mais robusta avaliação através da adoção dos critérios abaixo indicados:

- Redução de cargas poluentes pela possibilidade de recuperação de materiais, como nutrientes, metais, fibras, etc. Estes constituintes podem ser posteriormente utilizados como matérias-primas noutros processos de produção;
- Desenvolvimento de novas tecnologias e promoção do eco design para permitir a recuperação dos materiais a partir das águas residuais tratadas e sua subsequente utilização;
- Reutilização de água como meio para:
 - Desenvolver novas tecnologias de tratamento mais sustentáveis;
 - Desenvolver novos sistemas e metodologias para a aplicação da água (por exemplo, sistemas e métodos de rega);
 - Promover a melhoria de culturas, nomeadamente de culturas mais resistentes (e.g., com aumento da tolerância a sais ou pragas) e, conseqüentemente, que requeiram menor quantidade de água e de pesticidas;
 - Melhorar a seleção de sementes em termos de necessidades hídricas;
 - Reduzir o consumo de água doce através da utilização de novas origens de água e/ou otimização da utilização da água em processos;
 - Desenvolver tecnologias analíticas para melhorar o conhecimento sobre os possíveis perigos químicos;
 - Recuperar nutrientes e, conseqüentemente, reduzir o consumo de fertilizantes artificiais;
 - Promover a proteção da biodiversidade e das espécies pela promoção dos ambientes aquáticos, através da manutenção de caudais ecológicos;
 - Promover atividades adicionais, como o ecoturismo ou atividades de observação de aves relacionadas com ambientes aquáticos e promoção de valores naturais;
 - Promover sinergias intra e interprocessos ou interindústrias ou até mesmo entre serviços (e.g., serviços industriais e urbanos) através da produção de água que pode ter múltiplas utilizações, de acordo com a localização do ponto de produção dessa água e o ambiente circundante (i.e., usos possíveis).

A água tem um caráter ubíquo e vários usos podem relacionar-se entre si, direta ou indiretamente. Deste modo, um processo simples pode não ter um impacto direto sobre um determinado uso, contudo, o mesmo processo pode promover, por outra via, uma ação positiva num sistema circular com a criação de sinergias e promoção de valor acrescentado.

Assim, a economia circular pode realmente contribuir para atividades mais sustentáveis, promovendo a redução do consumo de água doce, de acordo com a necessidade da manutenção da mesma e respetiva disponibilidade, em termos de quantidade e qualidade, e considerando a minimização dos riscos, em particular para a saúde pública e ambiente.

Para assegurar uma real transição para um modelo circular, a água deve ser considerada numa abordagem integrada como um meio de transporte, uma fonte de energia e um serviço. Outros fatores que devem ainda ser destacados neste tipo de avaliação são o consumo de energia, a emissão de gases com efeito estufa e o teor de microplásticos e compostos alvo de preocupação emergente para a água.

O desenvolvimento de metodologias que ajudem a compreender as interações necessárias no âmbito da avaliação do uso da água, e diretamente relacionadas com a promoção da aplicação da legislação ambiental Europeia, podem representar uma ferramenta útil e inovadora para auxílio das autoridades e operadores na promoção de um uso mais sustentável da água.

Principais resultados do projeto IWA 2017-2018

A primeira fase do projeto IMPEL (2017) “*Integrated Water Approach (Uso integrado da Água)*” (IWA) reuniu representantes de vários países da UE para avaliar as melhores práticas para a gestão da água no sector industrial, sujeitas ao licenciamento ambiental integrado. Os principais objetivos desta fase foram:

1. Recolher e comparar os procedimentos utilizados na Europa para a gestão e proteção dos recursos hídricos no sector industrial;
2. Identificar novas abordagens para redução do consumo de água doce e tecnologias inovadoras para o tratamento de águas industriais capazes de assegurar menores consumos energéticos, minimização da produção de lamas e reutilização de águas para diversos fins;
3. Utilizar estas informações para desenvolver um documento de orientação a ser partilhado entre os membros da IMPEL e outros participantes externos, incluindo, por exemplo, o Centro Europeu PCIP, a Agência Europeia do Ambiente e associações do sector industrial.

A partir das respostas obtidas através de um questionário foram identificados os princípios, os requisitos, as motivações e os obstáculos na gestão da água dentro do setor industrial e vários casos de estudo/experiências foram selecionados.

Os requisitos da Diretiva relativa às Emissões Industriais (DEI) foram comparados com os requisitos da Diretiva-Quadro da Água (DQA) para a gestão de águas industriais e foi elaborado um guia contendo uma lista de verificação e boas práticas para os técnicos que emitem licenças ambientais.

Um dos principais resultados da primeira fase foi que a gestão da água dentro de sectores industriais, nomeadamente nos sectores da indústria do papel e da refinação de petróleo, deve ter em conta que a eficiência na utilização desta deve ser vista do ponto de vista quantitativo, sem comprometer a qualidade das águas residuais e das origens de água para utilização ou reutilização direta.

A segunda fase deste projeto (2018) foi o seguimento da fase anterior estendida ao sector de reutilização de água a partir da utilização de águas residuais urbanas tratadas para rega de culturas agrícolas.

O projeto foi realizado por dois grupos de trabalho, relacionados com a gestão de águas industriais e a utilização de água, respetivamente.

O objetivo do primeiro grupo de trabalho foi aperfeiçoar as melhores práticas descritas nas orientações sobre a gestão de águas industriais relativamente à reutilização de água na indústria (desenvolvida no primeiro ano do projeto) e testar a aplicação dessas mesmas orientações num caso de estudo real, tendo em conta a complexidade do balanço exigido em termos de quantidade e qualidade da água, no ciclo do uso industrial da água.

O objetivo do segundo grupo de trabalho foi a troca de experiências em termos das melhores práticas atuais com relação à utilização de águas residuais urbanas tratadas para regar de culturas agrícolas.

Desta segunda fase resultou na elaboração de uma adenda ao guia sobre as melhores práticas de gestão da água ao nível industrial, a qual contempla a aplicação das mesmas a uma dada instalação industrial (nomeadamente uma indústria da pasta e do papel). Por outro lado, foi também desenvolvido um relatório sobre o uso de águas residuais tratadas para rega agrícola, o qual pode constituir uma ferramenta para o alcance dos objetivos da DQA em determinadas áreas e melhorar as melhores práticas relativas à gestão da água.

Objetivos do projeto IWA 2019

A reutilização de água é um importante instrumento que pode contribuir, a nível local, para o alcance dos objetivos da DQA e para a promoção de uma economia mais eficiente na utilização dos recursos. Por outro lado, pode constituir uma medida para adaptação às alterações climáticas, nomeadamente em cenários em que a escassez de água é identificada como uma pressão significativa. Para transformar a economia Europeia numa economia mais sustentável e implementar o ambicioso Plano de Ação para a economia circular, são necessários esforços contínuos, podendo as águas residuais tratadas serem vistas como uma nova origem de água.

Contudo, de acordo com os resultados das primeiras duas fases deste projeto (2017 e 2018), constatou-se que a reutilização de água não pode ser considerada como uma medida puramente quantitativa para redução da captação de água. Em todo o ciclo de utilização da água, a nível industrial e urbano, a qualidade deve estar ligada à quantidade para garantir a segurança e a valorização ao longo de toda a cadeia de utilização, promovendo os valores naturais e atividades diretamente ligadas aos meios recetores.

Além disso, quando projetos de reciclagem são apresentados como uma solução para a transição da economia circular, o uso da água é considerado somente como um indicador quantitativo, sem qualquer relação com a avaliação da respetiva qualidade e, conseqüentemente, não considerando os possíveis impactos no cumprimento dos objetivos da DQA.

Desta forma, é assim premente a implementação de uma perspetiva mais integrada e holística para a reutilização de água a nível industrial e urbano, para promover práticas que possam efetivamente contribuir para uma real transição para um modelo circular.

Além disso, a reutilização de água para rega pode também ser um instrumento relevante para promoção do cumprimento das normas ambientais por parte dos agricultores e outros gestores agrícolas, ao abrigo do previsto na legislação Comunitária da conservação da natureza e da água, como parte do Plano de Ação 9-pontos adotado pela Comissão Europeia para reforçar a conformidade e melhorar a governança das normas ambientais aplicáveis às diversas atividades.

O objetivo da terceira fase do presente projeto (2019) é a utilização dos resultados das duas fases anteriores para identificar as melhores práticas aplicáveis ao ciclo do uso da água, incluindo a reutilização de água a nível industrial e urbano, e que promovam uma transição mais realista para a economia circular. A nível industrial, para além dos sectores avaliados nas fases anteriores, pretende-se ainda avaliar a utilização da água em atividades de reciclagem para desenvolvimento de um novo índice que combine qualidade e quantidade. Outro resultado do trabalho será a melhoria da formação profissional, divulgação de conhecimentos e promoção da garantia de conformidade nas áreas rurais, conforme previsto para a implementação do Plano de Ação para garantia de conformidade ambiental (*ECA 9-point Action Plan*).

Introdução e desenvolvimento do índice de circularidade

Numa abordagem clássica, a transição para a economia circular é descrita em termos de eficiência no uso da água, nomeadamente através dos aspetos quantitativos referentes à redução do consumo e perdas, recuperação de águas pluviais e reutilização de água. A utilização de lamas de estações de tratamento de águas residuais e estrume pode igualmente ser considerada como uma fonte de matéria orgânica, de nutrientes e para a produção de energia.

Contudo, para se obter uma transição mais realística, os fatores acima não podem ser considerados como meros indicadores individuais, mas sim como fatores interligados com os respetivos processos. Por exemplo, em vez de se olhar unicamente para a redução das cargas poluentes para redução da pressão sobre as massas de água, dever-se-á considerar a recuperação de substâncias, como metais, nutrientes, fibras de celulose, etc., que podem ser novamente reutilizadas em processos distintos. Desta forma, observa-se a proteção dos ecossistemas pela redução das descargas poluentes e uma promoção da cadeia de valor através da reutilização de vários materiais em outros processos distintos. Por outro lado, esta nova abordagem requer a utilização e o consequente desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis, promovendo assim, de forma indireta, um aumento do conhecimento da sociedade, com eventual promoção de novas áreas de negócios e criação de emprego.

Outros aspetos que devem também ser considerados na transição para um modelo circular são a redução do consumo de energia e a emissão de gases com efeito estufa.

A água é ubíqua e as várias utilizações podem interrelacionar-se direta ou indiretamente, pelo que, um determinado processo apesar de não ter uma ação direta com a água, poderá promover uma ação positiva no sistema através da criação de valor acrescentado decorrente do uso da mesma.

Assim, é desenvolvido um índice para apoiar a transição para a economia circular, tendo em consideração a complexidade dos sistemas, conforme descrito anteriormente. Este índice constitui uma ferramenta para medição da circularidade de um determinado processo ou instalação.

O índice, denominado *Índice de circularidade* (I_c), foi desenvolvido de acordo com os critérios SMART, ou seja:

- *Specific* (Específico): O índice descreve com precisão o que se pretende mensurar e não inclui medições múltiplas;
- *Measurable* (Mensurável): Independentemente do utilizador do índice, podem ser obtidos resultados consistentes perante as mesmas condições ou similares;
- *Attainable* (Viável): A recolha de dados para a determinação do índice é simples, direta e com custos acessíveis;
- *Relevant* (Relevante): O índice está intimamente ligado aos respetivos *inputs*, *outputs* e resultados;
- *Time-bound* (Calendarizado): O índice está alocado a um prazo específico, i.e., à validade da licença ambiental ou de descarga.

Foram considerados como entradas (*inputs*) fatores facilmente acessíveis e mensuráveis e que incorporam as relações entre os padrões associados ao uso da água, os diversos processos presentes e os sistemas ambientais. Estes fatores são designados por fatores-chave.

Fatores-chave

Tendo em conta os princípios descritos na secção anterior, foi elaborada uma lista de fatores-chave considerados como relevantes, designadamente:

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

Foi posteriormente avaliado o ciclo do uso da água para correlação de cada fator-chave com a etapa correspondente do mesmo (figura 1), com distribuição destes fatores por três níveis de importância.



Figure 1: Ciclo do uso da água

i

Os fatores relacionados com a recuperação de outros materiais e a simbiose industrial externa foram excluídos atendendo a que os trabalhos desenvolvidos nesta área ainda se encontram numa fase preliminar de conhecimento, estando as principais práticas relacionadas com projetos de investigação & desenvolvimento.

Conforme referido, os fatores-chave foram distribuídos em três níveis de importância, de acordo com a respetiva relevância para os princípios da economia circular, nomeadamente:

- Importância elevada: Fatores-chave de 1 a 5
- Importância média: Fatores-chave de 6 a 9
- Importância baixa: Fatores-chave de 10 a 11

A relevância dos fatores-chave foi categorizada por uma escala de importância, como a desenvolvida por Saaty¹, e os atributos utilizados foram nove (9), cinco (5) e um (1), que representam respetivamente uma importância absoluta, uma importância essencial ou forte e uma importância baixa.

Cada fator-chave foi decomposto em critérios simples destinados a serem avaliados de forma acessível, direta e económica. De acordo com as especificações de cada fator, alguns incluem critérios positivos e negativos e outros somente critérios positivos. No que se refere a estas condições, os valores de subfatores-chave foram avaliados pela divisão não-linear do valor absoluto do fator-chave correspondente (9, 5 ou 1) no número de critérios positivos ou negativos. Desta forma, a soma dos valores dos subfatores-chave é igual a zero, em presença de critérios positivos e negativos, ou ao valor do fator-chave quando somente os critérios positivos são considerados. A lista final de fatores-chave, subfatores e respetivos valores é apresentada abaixo (tabelas de 1 a 3):

Tabela 1: Lista de fatores-chave e subfatores-chave de importância elevada

Fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i s-key})
1	Consumo de água	9	
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00
2.a	Descarga de águas residuais de instalações não abrangidas pela DEI	9	
	Conformidade dos VLE (Valores-limite de emissão) definidos sem ligação com a DQA (adoção de valores fixos) e com efeitos no estado da massa de água		-9,00
	Conformidade dos VLE definidos sem ligação com a DQA (adoção de valores fixos) e sem efeitos conhecidos no estado da massa de água		2,00
	Conformidade dos VLE definidos em consonância com a DQA		7,00
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9	
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00
3	Reutilização de água	9	
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00

¹ Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation. (O processo de hierarquia analítica: Planeamento, definição de prioridades e alocação de recursos.) 1ª ed. NY: McGraw-Hill, Nova Iorque.

4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9	
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00
	Utilização das MTD		1,00
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3.50
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9	
	Com SPP e sem ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prever a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prever a redução de descargas, emissões e perdas		3,00
	Com SPP e com ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00

Tabela 2: Lista de fatores-chave e subfatores-chave de importância essencial ou forte

Fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i s-key})
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50
7	Biodiversidade	5	
	Promoção da reutilização de 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 nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00
9	Simbiose industrial interna	5	
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00

Tabela 3: Lista de fatores-chave e subfatores-chave de importância baixa

Fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i s-key})
10	Lamas	1	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00

11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1	
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00

De acordo com as tabelas anteriores, é possível verificar que os valores negativos devem ser utilizados aquando da não aplicação da medida descrita no subfator-chave resultar um impacto negativo para as massas de água, enquanto aqueles que resultam em impactos positivos deverá ser classificado com valores positivos.

O índice de circularidade

O índice de circularidade foi desenvolvido com suporte num modelo de base de conhecimento, o qual pode ser definido como um conceito formalmente descrito de um determinado problema, geralmente representado por um conjunto de regras de produção ou árvores de decisão, quadros, etc. No atual estudo, um conjunto de padrões de utilização da água, descritos como fatores-chave, foi utilizado como entrada para o modelo.

Nesta sequência, foi desenvolvido um algoritmo que permite medir as interações da utilização da água em relação ao princípio da economia circular. Os resultados do modelo permitem medir os esforços de um determinado processo ou instalação na transição para uma forma de economia circular, que pode ser definida como a circularidade da “água” de um determinado processo ou instalação. O algoritmo pondera cada subfator-chave e determina como cada um destes contribui para a referida circularidade da “água”.

O índice de circularidade (I_c) é determinado pela equação 1:

$$I_c = \frac{\sum(f_{i\text{-key}} \times f_{i\text{w}})}{N_f} \tag{1}$$

Onde

$f_{i\text{-key}}$ é o valor do subfator-chave, obtido diretamente das tabelas de 1 a 3

$f_{i\text{w}}$ é um fator de ponderação aplicável a cada subfator-chave

N_f é um fator de normalização

O fator de ponderação é descrito pela equação 2:

$$f_{i\text{w}} = \frac{|f_{i\text{-key}^{+++,\text{++or+}}}|}{F_{\text{key}^{+++,\text{++or+}}} \times n_{\text{s-key app}^{+++,\text{++or+}}}} \tag{2}$$

E

$|f_{i\text{-key}}|$ é o número absoluto do subfator-chave da importância correspondente (elevada – +++ , média – ++ e baixa – +), i.e., sem considerar o respetivo sinal

F_{key} é o valor do fator-chave (+++ = 9, ++ = 5 ou + = 1), que corresponde ao valor máximo dos subfatores-chave determinado pela soma de todas as medidas positivas

$n_{\text{s-key app}}$ é o número total de subfatores-chave aplicáveis

Deve-se observar que, quando um fator-chave é aplicável, todos os seus subfatores-chave são igualmente válidos, alguns como “medidas aplicadas” e outros como “medidas não aplicadas”. Deste

modo, o subfator-chave máximo aplicável de importância elevada (+++) é 19, de importância média (++) é 11 e de importância baixa (+) é 4. O fator de ponderação é calculado para cada subfator-chave.

Dado que nem todos os fatores-chave são aplicáveis a todos os processos ou instalações, o algoritmo inclui um fator de normalização para remover a respetiva evidência quando os mesmos não são aplicáveis. Contudo, os fatores-chave 1 (consumo de água doce) e 2 (descargas de águas residuais) são sempre aplicáveis a todos os cenários. O fator de normalização é dado pela equação 3 e também permite reduzir a escala final inerente ao índice.

$$N_f = \frac{n_{F_{key+++} \times F_{key+++}} + n_{F_{key++} \times F_{key++}} + n_{F_{key+} \times F_{key+}}}{n_{\max F_{key+++} \times F_{key+++}} + n_{\max F_{key++} \times F_{key++}} + n_{\max F_{key+} \times F_{key+}}} \quad (3)$$

Assim, a equação 3 pode ser simplificada como:

$$N_f = \frac{n_{F_{key+++} \times 9} + n_{F_{key++} \times 5} + n_{F_{key+} \times 1}}{5 \times 9 + 4 \times 5 + 2 \times 1} = \frac{9n_{F_{key+++}} + 5n_{F_{key++}} + n_{F_{key+}}}{67} \quad (4)$$

$n_{F_{key}}$ é o número de fatores-chave aplicáveis de importância elevada (+++), importância média (++) ou importância baixa (+) Conforme mencionado anteriormente, F_{key} é o valor do fator-chave (+++ = 9, ++ = 5 ou + = 1)

Consequentemente, as informações necessárias para determinar o índice de circularidade para qualquer tipo de instalação ou processo podem ser obtidas diretamente dos dados necessários para o processo de licenciamento ambiental, incluindo a captação de águas e descargas de águas residuais. Tendo em conta as características do índice, o prazo está diretamente ligado ao ciclo de licenciamento sendo, portanto, igual ao período de validade da licença ambiental (ou de descarga).

A consistência dos dados necessários para a determinação do índice assegura que todos os fatores e subfatores-chave sejam alcançáveis e mensuráveis. Assim, a metodologia permite obter resultados sólidos e identificados nas mesmas condições independentemente do utilizador do índice.

As medidas excluídas (com valor negativo) no índice também permitem identificar possibilidades de melhoria das instalações, nomeadamente tendo em conta o incremento da qualidade das massas de água e os objetivos definidos na DQA. De uma outra perspetiva, permitem melhorar a conformidade das medidas definidas nos documentos de referência MTD e, posteriormente, contribuem para a conformidade da DEI. Assim, o índice de circularidade é um instrumento que permite utilizar uma abordagem holística para compreender a utilização da água dentro de uma instalação, incluindo as utilizações intra e interprocessos, e respetivas relações com os serviços ambientais, tais como os ecossistemas. Desta forma, é possível medir o esforço efetuado para passar de um modelo económico linear a um modelo circular.

Através da aplicação da atual metodologia podem obter-se resultados entre -4,4 e 2,6, de acordo com as combinações possíveis de subfatores-chave. Subsequentemente, os resultados da circularidade podem ser priorizados pela conversão dos valores obtidos para o I_c numa escala qualitativa de cinco níveis, de acordo com a seguinte descrição:

	$I_c < 0$	Circularidade negativa: <i>Inputs</i> negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
	$I_c = 0$	Sem <i>inputs</i> para a economia circular
	$0 < I_c \leq 0,85$	Circularidade baixa: Nível baixo de <i>inputs</i> para a economia circular
	$0,85 < I_c \leq 1,5$	Circularidade média: Nível médio de <i>inputs</i> para a economia circular
	$I_c > 1,5$	Circularidade elevada: Nível elevado de <i>inputs</i> para a economia circular

Orientações para aplicação do índice de circularidade

No âmbito deste projeto, foi desenvolvida uma ferramenta para determinação de um índice de circularidade para instalações abrangidas, e não abrangidas, pela DEI. Esta ferramenta consiste numa folha de Excel em que a introdução direta de dados permite determinar o índice de circularidade. A referida ferramenta apresenta-se no anexo 1 ao presente relatório.

Para calcular o índice de circularidade de um dado processo ou de uma determinada instalação, as etapas previstas são:

- A. Avaliar as informações do projeto ou as licenças ambientais relativas aos fatores-chave:
 1. Consumo de água
 2. Descarga de águas residuais
 3. Reutilização de água
 4. Melhores práticas de gestão e tecnologias
 5. Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)
 6. Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente
 7. Biodiversidade
 8. Recuperação de nutrientes
 9. Simbiose industrial interna
 10. Lamas
 11. Instrumentos voluntários e de incentivo
 - Para cada fator-chave, inserir, na linha correspondente, na coluna “Valor do fator-chave F_{key} ”, o número zero (0) ou um (1) para situações não aplicáveis ou aplicáveis, respetivamente;
 - Considerar sempre como situações aplicáveis os fatores-chave 1 (consumo de água) e 2 (descarga de águas residuais) inserindo o valor um (1) na coluna acima indicada;
 - Para o fator-chave 2 (descarga de águas residuais), quando vários cenários poderem ser aplicados, os subfatores-chave devem ser avaliados considerando os parâmetros mais críticos para as massas de água.
- B. Subfatores-chave
 - Para o valor dos fatores-chave, F_{key} , igual a um (1), inserir nos subfatores-chave correspondentes:
 - i. Um (1) na linha “Subfator-chave”;
 - ii. Zero (0) ou um (1) na linha “Valor do subfator-chave”, de acordo com as medidas/situações aplicáveis.
 - Quando a soma dos subfatores-chave (no mesmo nível de importância) for igual a zero, o valor mostrado na célula correspondente será 1 e na célula ($f_{i-s-key} \times f_{i-w}$) será zero. Desta forma, todos os termos relacionados com o produto (subfator-chave x fator de ponderação) serão mostrados como zero e, conseqüentemente, não considerados para determinação do I_c . Se a soma for igual ou superior a um, os valores mostrados serão a soma real e o produto igualmente demonstrará o valor real.
- C. O fator de ponderação (f_{i-w}), o fator de normalização (N_f) e o índice de circularidade (I_c) serão gerados automaticamente. O I_c será apresentado em conformidade com o intervalo do código de cores aplicável.

Resultados a partir de cenários reais

Neste ponto apresentam-se os resultados da aplicação da ferramenta, para a determinação do índice de circularidade, a casos de estudo reais. A descrição detalhada desta aplicação do índice de circularidade a casos reais de vários Estados-membros participantes, é apresentada no anexo II.

Os resultados obtidos são seguidamente apresentados (tabela 4):

Tabela 4: Resultados da aplicação do índice de circularidade em diversos casos de estudo

Caso de estudo	Instalação abrangida pela DEI	Instalação não abrangida pela DEI	Descrição da estação de tratamento de águas residuais (ETAR)	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

Inicialmente, o índice de circularidade foi aplicado num caso de estudo específico utilizado na fase anterior do atual projeto², considerando duas fases, i.e., pré e pós revisão da licença de rejeição numa fábrica de celulose, correspondendo aos casos de estudo A 1 e A 2.

Esta análise permitiu determinar o impacto das ações tomadas na transição de uma licença de descarga baseada exclusivamente nos princípios da DEI para uma nova licença que tem em conta uma abordagem integrada considerando ambas as diretivas, i.e., a DEI e a DQA. O índice demonstra claramente que a instalação passou de uma circularidade negativa (I_c = 1,24) para uma circularidade média (I_c = 1,19).

Em seguida, o índice de circularidade foi aplicado a outros casos de estudo de países da EU, com dois exemplos de instalações não abrangidas pela DEI (A 3 e C 1) onde os resultados obtidos mostram valores diferentes do I_c, de acordo com diferentes medidas e ações tomadas, que variam de um índice de circularidade negativo a baixo e médio a elevado.

Para uma melhor compreensão de quais os fatores-chave e subfatores que podem efetivamente contribuir para um I_c elevado ou baixo, foi realizada a análise a seguir descrita.

Para cada caso-estudo foram apenas considerados os valores absolutos mais elevados de todos os subfatores-chave (valores positivos e negativos), os quais se apresentam abaixo (tabela 5).

Como se pode observar, os piores cenários (com índice de circularidade negativa) são aqueles que apresentam:

² Farabegoli, G. et al (2018). Addendum: Integrated Water Approach – A practical guide for IED permit writers. IMPEL, Bruselas. (Adenda: Abordagem integrada da água - Guia prático para os autores da DEI.)

- Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respectivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas;
- Conformidade dos VEA-MTD definidos sem ligação com a DQA;
- Promoção da reutilização da água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais;
- Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação);
- Sem adoção dos instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental.

Os primeiros três subfatores-chave são de importância elevada, enquanto nos restantes, um é de importância essencial ou forte e o último de importância baixa, mas que pode contribuir para diminuir o valor do I_c .

Os cenários de circularidade baixa são aqueles que apresentam medidas de:

- Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação);
- Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular;
- Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas.

Enquanto os primeiros dois subfatores-chave podem contribuir para o aumento do I_c , o último pode induzir a respetiva diminuição.

Os cenários de circularidade média são caracterizados por medidas de:

- Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação);
- Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas;
- Com SPP e com ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas;
- Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água);
- Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes;
- Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas;
- Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular.

Os primeiros três subfatores-chave são de importância elevada, os dois seguintes são de importância essencial ou forte e os últimos dois de importância baixa.

Por último, os melhores cenários (com índice de circularidade elevada) são aqueles que apresentam medidas de:

- Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação);
- Utilização de novas tecnologias;
- Com SPP e com ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas;
- Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade;
- Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas;
- Minimização da produção de lamas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas;
- Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular.

Neste caso, todos os subfatores-chave de importância elevada, essencial ou forte e baixa, apresentam valores positivos.

Tabela 5: Avaliação da contribuição de fatores-chave e subfatores-chave para o índice de circularidade

Ic	1° Subfator-chave	2° Subfator-chave	3° Subfator-chave	4° Subfator-chave	5° Subfator-chave	6° Subfator-chave	7° Subfator-chave	8° Subfator-chave	9° Subfator-chave	10° Subfator-chave	11° Subfator-chave
-1,24	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos seus impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a sua degradação	Conformidade dos VEA-MTD definidos sem ligação com a DQA						Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água	Promoção de abordagem integrada para obtenção de vantagens competitivas		Sem adoção dos instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental
-1,01		Conformidade dos VEA-MTD definidos sem ligação com a DQA	Promoção da reutilização da água com impactos negativos na concentração final das descargas e nas águas superficiais						Sem promoção de abordagem integrada para vantagens competitivas	Minimização da produção de lamas sem impactos na concentração final	Com adoção dos instrumentos regulamentares...

Ic	1° Subfator-chave	2° Subfator-chave	3° Subfator-chave	4° Subfator-chave	5° Subfator-chave	6° Subfator-chave	7° Subfator-chave	8° Subfator-chave	9° Subfator-chave	10° Subfator-chave	11° Subfator-chave
0,35		Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)	Promoção da reutilização da água com impactos negativos na concentração final das descargas e nas águas superficiais						Sem promoção de abordagem integrada para obtenção de vantagens competitivas		Com adoção dos instrumentos regulamentares...
0,52		Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)							Sem promoção de abordagem integrada para obtenção de vantagens competitivas	Minimização da produção de lamas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas	Com adoção dos instrumentos regulamentares...
1,00			Promoção da reutilização da água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água	Sem promoção de abordagem integrada para vantagens competitivas	Minimização da produção de lamas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas	Com adoção dos instrumentos regulamentares...

Ic	1° Subfator-chave	2° Subfator-chave	3° Subfator-chave	4° Subfator-chave	5° Subfator-chave	6° Subfator-chave	7° Subfator-chave	8° Subfator-chave	9° Subfator-chave	10° Subfator-chave	11° Subfator-chave
1,09		Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas	Utilização de novas tecnologias			Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade		Sem promoção de abordagem integrada para obtenção de vantagens competitivas	Minimização da produção de lamas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas	Com adoção dos instrumentos regulamentares...
1,19		Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		Utilização de novas tecnologias					Promoção de abordagem integrada para obtenção de vantagens competitivas		Sem adoção de instrumentos regulamentares...
1,39		Conformidade dos VEA-MTD sem ligação com a DQA			Com SPP e ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas			Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nos corpos de água	Promoção de abordagem integrada para obtenção de vantagens competitivas	Minimização da produção de lamas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas	Com adoção dos instrumentos regulamentares...

Ic	1º Subfator-chave	2º Subfator-chave	3º Subfator-chave	4º Subfator-chave	5º Subfator-chave	6º Subfator-chave	7º Subfator-chave	8º Subfator-chave	9º Subfator-chave	10º Subfator-chave	11º Subfator-chave
1,46		Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação) +	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas +		Com SPP e ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas +						
1,91		Conformidade dos VLE com ligação com a DQA +	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas +	Utilização de novas tecnologias +	Com SPP e ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas -		Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade +			Minimização da produção de lamas sem impactos na concentração final das descargas de águas residuais +	

Ic	1° Subfator-chave	2° Subfator-chave	3° Subfator-chave	4° Subfator-chave	5° Subfator-chave	6° Subfator-chave	7° Subfator-chave	8° Subfator-chave	9° Subfator-chave	10° Subfator-chave	11° Subfator-chave
2,13				Utilização de novas tecnologias 			Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade 		Promoção de abordagem integrada para obtenção de vantagens competitivas 		Com adoção dos instrumentos regulamentares... 
2,94		Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação) 			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 obtenção de vantagens competitivas 		Com adoção dos instrumentos regulamentares... 
3,48		Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação) 						Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nos corpos de água 		Minimização da produção de lamas sem impactos na concentração final 	

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que o 6º fator-chave, microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente, mesmo que seja de importância essencial ou forte, não se encontra presente na tabela dado que não foi aplicado a nenhum dos casos de estudo avaliados. Esta situação poderá eventualmente dever-se ao facto de que, atualmente, ainda não existam normas regulamentares que restrinjam este tipo de compostos. Contudo, os microplásticos e os compostos alvo de preocupação emergente são passíveis de estarem presentes em qualquer tipo de águas residuais urbanas. Assim, uma vez que não foi considerada qualquer medida de redução deste tipo de poluentes em nenhum dos três casos de estudo analisados, os valores reais do I_c serão ligeiramente inferiores, como se pode verificar na tabela abaixo. Todavia, a introdução deste fator-chave não afeta o resultado qualitativo final, continuando as três instalações inseridas na mesma categoria de circularidade (tabela 6).

Tabela 6: Resultados da aplicação do índice de circularidade em estações de tratamento de águas residuais urbanas tendo em conta a aplicação do subfator-chave “Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente”

Caso de estudo	Instalação abrangida pela DEI	Instalação não abrangida pela DEI	Descrição de ETAR (Estação de tratamento de águas residuais)	I_c^1	I_c^2
A 3		X	ETAR urbanas	1,91	1,69
C 1		X	ETAR urbanas com ligações industriais	3,48	2,68
D 1	X		Indústria de papel e celulose e de águas residuais urbanas	1,39	1,08

¹ I_c sem considerar o 6º subfator-chave

² I_c considerando o 6º subfator-chave

Contudo, a crescente atenção dos órgãos de comunicação social e da opinião pública sobre o assunto, bem como a melhoria das tecnologias para deteção deste tipo de substâncias, é expectável que surjam normas regulamentares sobre as mesmas, podendo estes poluentes virem a ser considerados pela Comissão Europeia na revisão da Diretiva relativa ao tratamento de águas residuais urbanas.

Conclusões e melhorias futuras

Durante a fase deste projeto foi desenvolvido um índice aplicável aos aspetos da utilização e reutilização da água a nível industrial e urbano. Este índice foi elaborado tendo em conta os principais fatores do ciclo de utilização da água ligados aos princípios de economia circular.

Deste modo, o objetivo do projeto foi alcançado e um indicador capaz de medir os princípios circulares inerentes ao ciclo do uso urbano e industrial da água foi desenvolvido, o qual foi denominado Índice de circularidade da água (I_c).

O índice foi aplicado a vários casos de estudo de vários países da UE e ilustrou claramente os esforços promovidos em várias instalações para uma utilização sustentável da água, nomeadamente em termos de princípios circulares.

Os resultados da fase anterior do projeto demonstraram a importância na definição de licenças de descarga de águas residuais industriais suportadas numa abordagem combinada, que liga os princípios da DQA e os da DEI. A aplicação do índice de circularidade ao caso de estudo utilizado na fase anterior do atual projeto³ permitiu determinar o impacto positivo das ações tomadas na transição de uma licença de descarga baseada exclusivamente nos princípios da DEI para uma nova licença, que tem em conta uma abordagem integrada do uso água, considerando ambas as diretivas, nomeadamente a DEI e a DQA. O índice demonstra claramente que a instalação passou de uma circularidade negativa a uma circularidade média. Ou seja, o índice permite assim determinar os impactos positivos na conformidade da legislação ambiental quando são tomadas ações integradas comparativamente à adoção de medidas para conformidade individual de cada diretiva.

A aplicação do índice ao ciclo urbano também demonstra que as descargas com maior integração dos princípios da DQA revelam valores de circularidade mais elevados.

Na abordagem clássica de um projeto de reciclagem apresentado como uma solução para a transição para a economia circular, o uso da água é considerado apenas como um indicador quantitativo, sem qualquer relação com a avaliação da qualidade e, conseqüentemente, não considerando os possíveis impactos no cumprimento dos objetivos da DQA. Contudo, os resultados deste projeto mostram claramente que a utilização de uma perspetiva mais integrada e holística para a reutilização de água, a nível industrial e urbano, pode encorajar práticas com uma maior contribuição para a transição para modelos circulares. Por outro lado, este índice pode ser igualmente visto como uma ferramenta para promoção de uma maior conformidade da legislação da água, em linha com o Plano de Ação adotado pela Comissão Europeia (*9-point Action Plan*) para melhorar a conformidade e a governança em matéria de ambiente aplicável às atividades.

Não obstante, ainda é necessário um conhecimento mais profundo das melhores práticas, nomeadamente para uma melhor compreensão do real impacto do índice de circularidade nos produtos produzidos com água para reutilização, de modo a tornar possível a avaliação do impacto da promoção da conformidade da legislação ambiental nos “mercados de reutilização”. A transição do “índice de circularidade” da instalação para o produto final contribuirá para um melhor entendimento das necessidades para fecho do ciclo em termos de utilização da água. Desta forma, em vez de se terem produtos somente avaliados em termos de impacto quantitativo na eficiência hídrica, estes também poderão ser avaliados em termos de aspetos qualitativos, nomeadamente em termos de impactos reais sobre as massas de água.

Este tipo de avaliação poderá ser aplicado a “mercados de reutilização” já existentes ou com vista à promoção de novos, avaliando os produtos de baixa “circularidade” e identificando eventuais medidas para a transição através do uso de indicadores de circularidade.

³ Farabegoli, G. et al (2018). Addendum: Integrated Water Approach – A practical guide for IED permit writers. (Adendo: Abordagem integrada da água - Guia prático para os autores da DEI.) IMPEL, Bruxelas.

Bibliografia

European Commission (2015). Commission Communication: Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. COM(2015)614, Brussels.

European Commission (2016). Guidelines on Integrating Water Reuse into Water Planning and Management in the context of the WFD. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive and Floods Directive. COM, Brussels.

Farabegoli, G. et al (2017). Integrated Water Approach – A guidance for IED permit writers, Project Report. IMPEL, Brussels.

Farabegoli, G. et al (2018). Addendum: Integrated Water Approach – A practical guide for IED permit writers. IMPEL, Brussels.

Farabegoli, G. et al (2018). Integrated Water Approach and Urban Water Reuse Project - Report on Urban Water Reuse. IMPEL, Brussels.

Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation. 1st ed. NY: McGraw-Hill, New York.

Tahir, S. et al (2018). Water and Circular Economy – A White Paper. Ellen Macarthur Foundation, Isle of Wight.

ANEXO I: Instrumento para a determinação do índice de circularidade

Instalações não abrangidas pela DEI

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} x f _w
1	Consumo de água	9						
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00					
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00					
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00					
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00					
2.a	Descarga de águas residuais de instalações não abrangidas pela DEI	9						
	Conformidade dos VLE (Valores-limite de emissão) definidos sem ligação com a DQA (adoção de valores fixos) e com efeitos no estado da massa de água		-9,00					
	Conformidade dos VLE definidos sem ligação com a DQA (adoção de valores fixos) e sem efeitos conhecidos no estado da massa de água		2,00					
	Conformidade dos VLE definidos em consonância com a DQA		7,00					
3	Reutilização de água	9						
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00					
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00					
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00					
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9						
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00					
	Utilização das MTD		1,00					
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50					
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50					
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9						
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00					
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00					
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00					
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00					
	ΣKF +++			0	0			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0) Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} X f _w
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5						
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50					
7	Biodiversidade	5						
	Promoção da reutilização de 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 nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00					
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50					
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50					
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00					
9	Simbiose industrial interna	5						
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00					
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00					
	ΣKF ++			0	0			
10	Lamas	1						
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00					
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1						
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00					
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00					
	ΣKF +			0	0			
Σ(f_{s-key} X f_w)								
N_f								
I_c								

Instalações abrangidas pela DEI

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F_{key})	Valor do subfator-chave (f_{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f_{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f_w)	$f_{s-key} \times f_w$
1	Consumo de água	9						
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00					
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00					
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00					
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00					
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9						
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00					
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00					
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00					
3	Reutilização de água	9						
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00					
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00					
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00					
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9						
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00					
	Utilização das MTD		1,00					
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50					
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50					
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9						
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00					
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00					
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00					
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00					
	ΣKF +++			0	0			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5						
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50					
7	Biodiversidade	5						
	Promoção da reutilização de 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 nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00					
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50					
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50					
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00					
9	Símbiose industrial interna	5						
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00					
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00					
	ΣKF ++			0	0			
10	Lamas	1						
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00					
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1						
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00					
	Adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, regras de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental como medidas para a economia circular		1,00					
	ΣKF +			0	0			
Σ(f_{i-key} x f_w)								
N_f								
I_c								

ANEXO II: Exemplos do índice de circularidade aplicado nos cenários nacionais dos Estados-Membros participantes

Alguns exemplos de aplicação do índice de circularidade nos cenários nacionais dos Estados-Membros participantes são descritos neste anexo.

CASO DE ESTUDO A

Exemplo 1:

Os fatores-chave foram aplicados numa estação de tratamento de águas residuais de uma fábrica de pasta de papel antes da revisão da licença ambiental e de descarga⁴. Os principais detalhes da instalação são:

Antes da revisão da licença

- Produção de pasta de papel com utilização de fibras virgens de pinheiro e eucalipto
- Produção média anual: 262.800 t/ano
- Descarga de águas residuais tratadas: 15.000 m³/dia
- Processo de tratamento: Biológico (lamas ativadas) com prévia neutralização e adição de nutrientes (ácido fosfórico e ureia) para estabilização biológica.

Informações adicionais: A estação de tratamento de águas residuais também trata lixiviados de um antigo aterro industrial localizado na mesma área industrial.

⁴ Para obter mais informações, consultar: Farabegoli, G. et al (2018). Addendum: Integrated Water Approach – A practical guide for IED permit writers. (Adendo: Abordagem integrada da água - Guia prático para os autores da DEI.) IMPEL, Bruxelas.

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	1	0,05	-0,47
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	0	0,00	0,00
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	1	0,02	0,09
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	1	0,05	-0,47
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	0	0,00	0,00
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	0	0,00	0,00
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	0	0,00	0,00
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	0	0,00	0,00
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		1				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		1	1	0,02	-0,05
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		1	0	0,00	0,00
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		1	0	0,00	0,00
	ΣKF +++			5	19			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i,key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i,key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i,key} x f _w
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0				
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00
7	Biodiversidade	5		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	0	0,00	0,00
8	Recuperação de nutrientes	5		1				
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		1	1	0,11	-0,56
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		1	0	0,00	0,00
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		1	0	0,00	0,00
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		1	0	0,00	0,00
9	Simbiose industrial interna	5		1				
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		1	1	0,11	0,56
	ΣKF ++			3	9			
10	Lamas	1		1				
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		1	0	0,00	0,00
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		1	0	0,00	0,00
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1				
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	1	0,25	-0,25
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	0	0,00	0,00
	ΣKF +			2	4			
						Σ(f_{i,key} x f_w)		-1,15
						N_f		0,93
						Ic		-1,24



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

Exemplo 2:

Os fatores-chave foram aplicados numa estação de tratamento de águas residuais de uma fábrica de pasta de papel após revisão da licença ambiental e de descarga de águas residuais. Os principais detalhes da instalação são:

Depois da revisão da licença

- Produção de pasta de utilizando fibras virgens de pinheiro e eucalipto
- Produção média anual: 267.180 t/ano (732 t/dia)
- Descarga de águas residuais tratadas: 15.000 m³/dia
- Processo de tratamento: Birreator de membranas (MBR), com precipitação química de fósforo.

Informações adicionais: A estação de tratamento de águas residuais também trata lixiviados de um antigo aterro industrial localizado na mesma área industrial.

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	1	0,02	0,09
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	1	0,02	0,09
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	1	0,04	0,29
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	1	0,02	0,05
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	0	0,00	0,00
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	0	0,01	0,00
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	0	0,00	0,00
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	1	0,03	0,12
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		1				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		1	1	0,02	0,05
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		1	0	0,00	0,00
	ΣKF +++			5	19			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0				
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00
7	Biodiversidade	5		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	1	0,04	0,09
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	0	0,00	0,00
8	Recuperação de nutrientes	5		1				
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		1	0	0,00	0,00
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		1	1	0,01	0,01
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		1	0	0,00	0,00
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		1	0	0,00	0,00
9	Simbiose industrial interna	5		1				
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		1	1	0,11	0,56
	ΣKF ++			3	9			
10	Lamas	1		1				
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		1	0	0,00	0,00
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		1	0	0,00	0,00
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1				
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	1	0,25	-0,25
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	0	0,00	0,00
	ΣKF +			2	4			
Σ(f_{i-key} x f_w)								1,10
N_f								0,93
I_c								1,19



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

Exemplo 3:

Os fatores-chave foram aplicados numa estação de tratamento de águas residuais urbanas. Os principais detalhes da instalação são:

- Estação de tratamento de águas residuais urbanas sem ligações industriais, mas com forte efeito de sazonalidade
- Capacidade de carga (e.p.): 140.000 e.p. (1 e.p. = 60g CBO₅ por dia)
- Descarga de águas residuais tratadas: 25.000 m³/dia
- Processo de tratamento: Tratamento biológico (lamas ativadas por Carrossel) com remoção biológica de azoto e remoção química de fósforo e sistema de desinfecção por radiação ultravioleta. Dado que as águas residuais são de origem urbana, algumas substâncias prioritárias, perigosas prioritárias, outras substâncias ou poluentes específicos podem estar presentes em baixas concentrações devido a origens difusas das áreas urbanas (lavagem de roupa, uso de produtos cosméticos e de limpeza, escorrências em áreas urbanas, etc.). Os teores desses poluentes são monitorizados em condições de autocontrolo das licenças e monitorização das massas de água, no âmbito dos programas de monitorização da DQA (e.g. nonilfenol, di-2-etilhexil ftalato, triclorometano, metais pesados, etc.)
- Aas lamas de depuração, após estabilização são utilizadas na agricultura
- A nível urbano, são aplicadas medidas para reduzir o consumo da água, tais como campanhas de sensibilização pública, controlo de perdas, controlo da rega urbana, etc.
- As águas residuais tratadas são 100% reutilizadas para:
 - Suporte de ecossistemas, i.e., para manutenção de caudal ecológico para numa lagoa classificada como zona protegida, de acordo com a diretiva Habitats. A lagoa e área de influência também estão também classificadas como zonas sensíveis devido ao risco de eutrofização
- Rega de um campo de golfe
 - A empresa é certificada pela ISO 14001:2015.

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	1	0,01	0,01
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	0	0,00	0,00
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	0	0,00	0,00
2.a	Descarga de águas residuais de instalações não abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VLE (Valores-limite de emissão) definidos sem ligação com a DQA (adoção de valores fixos) e com efeitos no estado da massa de água		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE definidos sem ligação com a DQA (adoção de valores fixos) e sem efeitos conhecidos no estado da massa de água		2,00		1	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE definidos em consonância com a DQA		7,00		1	1	0,04	0,29
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	1	0,04	0,21
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	0	0,00	0,00
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	1	0,03	0,12
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		1				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		1	1	0,04	-0,21
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		1	1	0,02	-0,05
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		1	0	0,00	0,00
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		1	0	0,00	0,00
	ΣKF +++			5	19			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		1					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	1	0,09	0,26	
8	Recuperação de nutrientes	5		1					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		1	1	0,01	0,01	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		1	0	0,00	0,00	
9	Símbiose industrial interna	5		0					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		0	0	0,00	0,00	
	ΣKF ++			2	7				
10	Lamas	1		1					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		0	0	0,00	0,00	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		1	1	1,00	1,00	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		0	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		0	1	0,00	0,00	
	ΣKF +			2	1				
								$\sum(f_{i-key} \times f_w)$	1,62
								N _f	0,85
								I _c	1,91



I_c < 0
I_c = 0
0 < I_c ≤ 0,85
0,85 < I_c ≤ 1,5
I_c > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

CASO DE ESTUDO B

Exemplo 1:

Os fatores-chave foram aplicados numa estação de tratamento de águas residuais para uma indústria da pasta e do papel. Os principais detalhes da instalação são:

- Produção de lenços de papel utilizando fibras virgens
- Produção média anual: 30.000 t/ano
- Descarga de águas residuais tratadas: 500 m³/dia
- Processo de tratamento: Físico-químico e biológico

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	1	0,01	0,01
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	0	0,00	0,00
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	0	0,00	0,00
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	1	0,01	0,03
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	1	0,05	0,36
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	1	0,04	-0,27
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	0	0,00	0,00
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	1	0,03	0,09
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	0	0,00	0,00
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		0				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		0	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		0	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		0	0	0,00	0,00
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		0	0	0,00	0,00
	ΣKF +++			4	15			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i,-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i,-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i,-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		1					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	1	0,04	0,09	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	0	0,00	0,00	
8	Recuperação de nutrientes	5		1					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		1	1	0,01	0,01	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		1	0	0,00	0,00	
9	Simbiose industrial interna	5		1					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	1	0,11	-0,56	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		1	0	0,00	0,00	
	ΣKF ++			3	9				
10	Lamas	1		0					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		0	0	0,00	0,00	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		0	0	0,00	0,00	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	1	0,50	0,50	
	ΣKF +			1	2				
								Σ(f_{i,-key} x f_w)	0,27
								N_f	0,78
								Ic	0,35



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

Exemplo 2:

Os fatores-chave foram aplicados numa biorrefinaria. Os principais detalhes da instalação são:

- Produção da biorrefinaria: 560.000 t/ano
- Tratamento primário com desarenação e separação mecânica de óleos e gorduras
- A água residual é enviada para uma estação de um consórcio fora da refinaria

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	0	0,00	0,00
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	1	0,03	0,12
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	1	0,07	-0,60
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	0	0,00	0,00
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	1	0,02	0,07
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	0	0,00	0,00
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	1	0,03	0,09
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	1	0,03	0,15
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		0				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		0	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		0	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		0	0	0,00	0,00
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		0	0	0,00	0,00
	ΣKF +++			4	15			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		1					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	1	0,08	0,16	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	0	0,00	0,00	
8	Recuperação de nutrientes	5		0					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		0	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		0	0	0,00	0,00	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		0	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		0	0	0,00	0,00	
9	Simbiose industrial interna	5		1					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		1	1	0,20	1,00	
	ΣKF ++			2	5				
10	Lamas	1		0					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		0	0	0,00	0,00	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		0	0	0,00	0,00	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	1	0,50	0,50	
	ΣKF +			1	2				
								Σ(f_{i-key} x f_w)	1,49
								N_f	0,70
								Ic	2,13



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

Exemplo 3:

Os fatores-chave foram aplicados numa refinaria de petróleo. Os principais detalhes da instalação são:

- Produção da refinaria: 6.500.000 t/ano
- A ETAR é dividida em três etapas:
 1. TAE A: Pré-tratamento mecânico (Separação de óleos com separadores API, equalização/homogeneização, flotação, filtros de Σ (areia) + tratamento biológico (biofiltração). O efluente final é reutilizado no ciclo de produção da refinaria
 2. TAE B: Etapa de separação de óleos (separadores API) e uma estação elevatória para a etapa TAE A.
 3. TAE C: Etapa de separação de óleos (separadores API) e uma estação elevatória para a etapa da TAE B.

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	1	0,03	0,12
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	1	0,03	0,12
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	1	0,07	-0,60
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	0	0,00	0,00
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	1	0,04	-0,27
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	0	0,00	0,00
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	1	0,03	0,09
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	1	0,03	0,15
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		0				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		0	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		0	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		0	0	0,00	0,00
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		0	0	0,00	0,00
	ΣKF +++			4	15			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		1					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	1	0,08	0,16	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	0	0,00	0,00	
8	Recuperação de nutrientes	5		0					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		0	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		0	0	0,00	0,00	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		0	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		0	0	0,00	0,00	
9	Símbiose industrial interna	5		1					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	1	0,20	-1,00	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		1	0	0,00	0,00	
	ΣKF ++			2	5				
10	Lamas	1		1					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		1	1	0,25	0,25	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	1	0,25	0,25	
	ΣKF +			2	4				
								Σ(f_{i-key} x f_w)	-0,72
								N_f	0,72
								Ic	-1,01



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

CASO DE ESTUDO C

Exemplo 1:

Os fatores-chave foram aplicados numa estação de tratamento de águas residuais urbanas. Os principais detalhes da instalação são:

- Estação de tratamento de águas residuais urbanas com ligações industriais.
- Capacidade (e.p.): 320.000 p.e. (1 e.p. = 150 g CBO₅ por dia).
- Descarga de águas residuais tratadas: 2.500 m³/hora (tempo seco), 12.000 m³ (tempo húmido).
- Processo de tratamento: Tratamento biológico (lamas ativadas por Carrossel) com remoção biológica de azoto e remoção química de fósforo. Recuperação de azoto para a agricultura.
- As lamas de depuração estabilizadas são utilizadas para a recuperação de energia.
- A nível urbano são adotadas medidas para redução do consumo da, tais como campanhas de sensibilização pública.
- As águas residuais tratadas são 100% descarregadas no canal ou no rio.

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	1	0,01	0,01
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	0	0,00	0,00
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	0	0,00	0,00
2.a	Descarga de águas residuais de instalações não abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VLE (Valores-limite de emissão) definidos sem ligação com a DQA (adoção de valores fixos) e com efeitos no estado da massa de água		-9,00		1	0	0,09	0,00
	Conformidade dos VLE definidos sem ligação com a DQA (adoção de valores fixos) e sem efeitos conhecidos no estado da massa de água		2,00		1	0	0,02	0,00
	Conformidade dos VLE definidos em consonância com a DQA		7,00		1	1	0,07	0,49
3	Reutilização de água	9		0				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		0	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		0	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		0	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		0	0	0,00	0,00
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	1	0,04	0,12
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	0	0,00	0,00
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		0				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		0	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		0	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		0	0	0,00	0,00
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		0	0	0,00	0,00
	ΣKF +++			3	11			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0				
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00
7	Biodiversidade	5		0				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		0	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		0	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		0	0	0,00	0,00
8	Recuperação de nutrientes	5		1				
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		1	0	0,00	0,00
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		1	1	0,03	0,01
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		1	1	0,08	0,11
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		1	1	0,15	0,45
9	Símbiose industrial interna	5		0				
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		0	0	0,00	0,00
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		0	0	0,00	0,00
	ΣKF ++			1	4			
10	Lamas	1		1				
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		1	0	0,00	0,00
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		1	1	0,50	0,50
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		0				
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		0	0	0,00	0,00
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		0	0	0,00	0,00
	ΣKF +			1	2			
Σ(f_{i-key} x f_w)								1,71
N_f								0,49
I_c								3,48



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

Exemplo 2:

É uma empresa que limpa e tritura barris de plástico e tinas plásticas. Tais barris provêm da indústria química e alimentar. Caso apresentem condições que permitam a respetiva reutilização, de reutilizar, os recipientes, barris, tinas ou tambores plásticos são limpos, não seguindo para a trituração.

O plástico triturado e os recipientes para reutilização são limpos com águas pluviais recolhidas e armazenada em quatro tanques de 25 m³. A capacidade da máquina de limpeza é de 8 m³ por hora.

O plástico triturado é reutilizado como matéria-prima para a indústria plástica. As águas pluviais contaminadas são tratadas e reutilizadas. Se a água reciclada apresentar elevado nível de contaminação é enviada para uma empresa com capacidade de tratamento da mesma sendo este avaliado com base na condutividade da água. No processo de limpeza do plástico apenas se utilizam águas pluviais. As lamas resultantes do processo são eliminadas como resíduos.

O consumo de água é apenas decorrente do uso pelos funcionários da empresa (café, sanitários, etc.), cujo nº de trabalhadores diários é de 12 pessoas. Não ocorre descarga de águas residuais a partir desta unidade industrial.

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F_{key})	Valor do subfator-chave (f_{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f_{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f_w)	$f_{i-key} \times f_w$
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	1	0,02	0,09
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	0	0,00	0,00
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	0	0,05	0,00
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	0	0,01	0,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	1	0,04	0,29
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	1	0,04	0,21
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	0	0,00	0,00
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	1	0,03	0,12
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		1				
	Com SPP e sem ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prever a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prever a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		1	1	0,02	0,05
	Com SPP e com ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		1	1	0,04	0,21
	ΣKF +++			5	19			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		0					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		0	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		0	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		0	0	0,00	0,00	
8	Recuperação de nutrientes	5		0					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		0	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		0	0	0,00	0,00	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		0	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		0	0	0,00	0,00	
9	Simbiose industrial interna	5		0					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		0	0	0,00	0,00	
	ΣKF ++			0	1				
10	Lamas	1		0					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		0	0	0,00	0,00	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		0	0	0,00	0,00	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		0					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		0	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		0	0	0,00	0,00	
	ΣKF +			0	1				
								Σ(f_{i-key} x f_w)	0,98
								N_f	0,67
								Ic	1,46



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

CASO DE ESTUDO D

Exemplo 1:

Os fatores-chave foram aplicados a uma estação de tratamento de águas residuais conjunta para uma indústria do papel e pasta do papel e águas residuais urbanas. A população equivalente a 25.000 - 29.000 e.p. da rede municipal de saneamento. As águas residuais tratadas são rejeitadas para o mar. A ETAR dispõe de licença ambiental própria.

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} x f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	1	0,03	0,12
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	0	0,00	0,00
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	1	0,07	-0,60
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	0	0,00	0,00
3	Reutilização de água	9		0				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		0	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		0	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		0	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		0	0	0,00	0,00
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	0	0,00	0,00
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	0	0,00	0,00
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		1				
	Com SPP e sem ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prever a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prever a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		1	1	0,02	0,07
	Com SPP e com ações para prever a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		1	1	0,04	0,27
	ΣKF +++			4	15			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		0					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		0	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		0	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		0	0	0,00	0,00	
8	Recuperação de nutrientes	5		1					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		1	0	0,00	0,00	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		1	1	0,10	0,30	
9	Simbiose industrial interna	5		1					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		1	1	0,17	0,83	
	ΣKF ++			2	6				
10	Lamas	1		1					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		1	1	0,25	-0,25	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		1	0	0,00	0,00	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	1	0,25	0,25	
	ΣKF +			2	4				
								Σ(f_{i-key} x f_w)	0,99
								N_f	0,72
								Ic	1,39



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

Exemplo 2:

Os fatores-chave foram aplicados a uma estação de produção de fertilizantes. A estação utiliza água do mar para refrigeração e água doce (de um lago) para água de processo. O lixiviado de um aterro é também tratado na estação de tratamento de águas residuais da instalação. As águas residuais do processo são diretamente reutilizadas no mesmo ou enviadas para a estação de tratamento de águas residuais. As águas residuais tratadas são descarregadas para o mar.

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	1	0,03	0,11
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	1	0,03	0,11
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		0				
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		0	0	0,00	0,00
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		0	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		0	0	0,00	0,00
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	1	0,02	0,06
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	1	0,04	0,25
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	0	0,00	0,00
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	0	0,00	0,00
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		1				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		1	1	0,02	0,06
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		1	1	0,04	0,25
	ΣKF +++			4	16			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		1					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	1	0,04	0,09	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	1	0,07	0,20	
8	Recuperação de nutrientes	5		1					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		1	0	0,00	0,00	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		1	1	0,07	0,20	
9	Simbiose industrial interna	5		1					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	1	0,11	-0,56	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		1	0	0,00	0,00	
	ΣKF ++			3	9				
10	Lamas	1		1					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		1	1	0,25	-0,25	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		1	0	0,00	0,00	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	1	0,25	0,25	
	ΣKF +			2	4				
								Σ(f_{i-key} x f_w)	0,79
								N_f	0,79
								Ic	1,00



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

Exemplo 3:

Os fatores-chave foram aplicados a uma grande empresa de fundição localizada na margem de um rio. A estação de tratamento trata os efluentes da empresa de fundição, as águas pluviais da área industrial e as águas residuais de outras unidades de produção industrial localizadas na mesma área industrial. O sistema de tratamento não recebe quaisquer águas residuais urbanas.

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	1	0,02	0,09
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	0	0,00	0,00
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1				
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	1	0,01	0,02
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	1	0,04	0,29
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	1	0,02	0,05
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	0	0,00	0,00
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	1	0,02	0,07
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	0	0,00	0,00
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		1				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		1	1	0,02	0,05
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		1	1	0,04	0,21
	ΣKF +++			5	19			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		1					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	1	0,08	0,16	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	0	0,00	0,00	
8	Recuperação de nutrientes	5		0					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		0	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		0	0	0,00	0,00	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		0	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		0	0	0,00	0,00	
9	Simbiose industrial interna	5		1					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpeza, etc.)		5,00		1	1	0,20	1,00	
	ΣKF ++			2	5				
10	Lamas	1		0					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		0	0	0,00	0,00	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		0	0	0,00	0,00	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	1	0,50	0,50	
	ΣKF +			1	2				
								Σ(f_{i-key} x f_w)	2,46
								N_f	0,84
								Ic	2,94



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

CASO DE ESTUDO E

Exemplo 1:

Os fatores-chave foram aplicados a uma fábrica do papel pasta do papel.

Os principais detalhes da instalação são:

- Produção de papel e pasta
- Produção média: 400 t/dia
- Descarga de águas residuais tratadas: 1.500 m³/hora
- As águas residuais tratadas são descarregadas num curso de água artificial (canal).

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	1	0,01	0,01
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	0	0,00	0,00
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	0	0,00	0,00
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1	1			
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	1	0,04	0,29
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	1	0,02	0,05
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	0	0,00	0,00
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	1	0,01	0,01
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	0	0,00	0,00
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	0	0,00	0,00
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		1				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		1	1	0,02	0,05
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		1	0	0,00	0,00
	ΣKF +++			5	19			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i,-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i,-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i,-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		0					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	1	0,04	0,09	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	0	0,00	0,00	
8	Recuperação de nutrientes	5		1					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		1	1	0,01	0,01	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		1	0	0,00	0,00	
9	Símbiose industrial interna	5		1					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	1	0,11	-0,56	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpezas, etc.)		5,00		1	0	0,00	0,00	
	ΣKF ++			2	9				
10	Lamas	1		1					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		1	1	0,25	0,25	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	1	0,25	0,25	
	ΣKF +			2	4				
								Σ(f_{i,-key} x f_w)	0,44
								N_f	0,85
								Ic	0,52



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular

Exemplo 2:

Os fatores-chave foram aplicados a uma empresa de produção cervejeira.

Os principais detalhes da operação são:

- Produção de cerveja
- Produção média: 8.000.000 hL/ano
- Descarga de águas residuais tratadas: 650 m³/hora
- As águas residuais tratadas são descarregadas num rio (com boa qualidade).

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{s-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{s-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{s-key} X f _w
1	Consumo de água	9		1				
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais e que contribuem diretamente para a degradação das mesmas		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água sem associação aos respetivos impactos na qualidade das águas residuais (com variação não significativa da qualidade das águas residuais, e.g., redução da captação de águas subterrâneas com baixo impacto nas águas residuais)		1,00		1	0	0,00	0,00
	Medidas para reduzir o consumo de água conjuntamente com medidas para reduzir os possíveis efeitos da concentração dos efluentes		4,00		1	1	0,02	0,09
	Redução da captação de água diretamente da massa de água (por exemplo, recolha e reutilização de águas pluviais) promovendo a recuperação do recurso		4,00		1	1	0,02	0,09
2.b	Descarga de águas residuais de instalações abrangidas pela DEI	9		1	1			
	Conformidade dos VEA-MTD (Valores de emissão associados às melhores técnicas disponíveis) definidos sem ligação com a DQA		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Situações em que os VEA-MTD podem ser iguais aos VLE, de acordo com a lista de verificação		2,00		1	0	0,00	0,00
	Conformidade dos VLE (definidos de acordo com os princípios da DQA, onde os VLE precisam ser inferiores aos VEA-MTD, de acordo com a lista de verificação)		7,00		1	1	0,04	0,29
3	Reutilização de água	9		1				
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e com impacto negativo nas águas superficiais		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas e sem impacto na captação de águas subterrâneas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água sem impactos negativos na concentração final das águas residuais descarregadas		3,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção da reutilização de água com impactos positivos na concentração final das águas residuais descarregadas		6,00		1	1	0,04	0,21
4	Melhores práticas de gestão e tecnologias	9		1				
	Utilização de um nível inferior ao das MTD		-9,00		1	0	0,00	0,00
	Utilização das MTD		1,00		1	0	0,00	0,00
	Promoção de soluções de gestão para redução das emissões de CO ₂		3,50		1	0	0,00	0,00
	Utilização de novas tecnologias (para além das MTD, com promoção de novos desenvolvimentos, e.g., melhoria de equipamentos, manutenção e processos para redução da rejeição de microplásticos em efluentes)		4,50		1	1	0,03	0,12
5	Substâncias prioritárias (SP), substâncias perigosas prioritárias (SPP) e outras substâncias (OS) e poluentes específicos (PE)	9		1				
	Com SPP e sem ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		-6,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e sem ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		-3,00		1	0	0,00	0,00
	Com SP/OS/PE e com ações para prevenir a redução de descargas, emissões e perdas		3,00		1	1	0,02	0,05
	Com SPP e com ações para prevenir a cessação ou eliminação de descargas, emissões e perdas		6,00		1	0	0,00	0,00
	ΣKF +++			5	19			

ID do fator-chave	Fatores-chave e subfatores-chave	Valor do fator-chave (F _{key})	Valor do subfator-chave (f _{i-key})	Fator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0)	Subfator-chave (Aplicável - 1; Não aplicável - 0); Todos os subfatores-chave são aplicáveis quando o fator-chave se aplica	Valor do subfator-chave (f _{i-key}) (0 para medidas/situações não existentes e 1 para medidas/situações existentes)	Fator de ponderação (f _w)	f _{i-key} x f _w	
6	Microplásticos e/ou compostos alvo de preocupação emergente	5		0					
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de microplásticos nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
	Promoção de soluções de remoção para redução do teor de compostos alvo de preocupação emergente nas descargas de águas residuais		2,50		0	0	0,00	0,00	
7	Biodiversidade	5		1					
	Promoção da reutilização de água com impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água sem impactos negativos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		2,00		1	0	0,00	0,00	
	Promoção da reutilização da água com impactos positivos na biodiversidade (índice de quantidade e qualidade da água)		3,00		1	1	0,07	0,20	
8	Recuperação de nutrientes	5		1					
	Sem remoção de nutrientes com efeitos negativos visíveis nas massas de água (com relação direta com a instalação)		-5,00		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água sem outros usos adicionais dos nutrientes		0,50		1	1	0,01	0,01	
	Apenas recuperação de nutrientes para outros fins (sem influência nas massas de água)		1,50		1	0	0,00	0,00	
	Remoção de nutrientes para evitar efeitos negativos nas massas de água e com utilização posterior dos mesmos (e.g., recuperação de estruvita)		3,00		1	0	0,00	0,00	
9	Simbiose industrial interna	5		1					
	Sem promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas		-5,00		1	1	0,11	-0,56	
	Promoção de abordagens integradas para obtenção de vantagens competitivas através da permuta de água, materiais e energia entre processos (e.g., águas de refrigeração, processos de diluição, limpeza, etc.)		5,00		1	0	0,00	0,00	
	ΣKF ++			3	9				
10	Lamas	1		1					
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas com impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Minimização da produção de lamas, produção de energia por biodigestão anaeróbia e reutilização das respetivas lamas tratadas sem impactos na concentração final das águas residuais descarregadas		1,00		1	1	0,25	0,25	
11	Instrumentos voluntários e de incentivo	1		1					
	Sem adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental		-1,00		1	0	0,00	0,00	
	Com adoção de instrumentos regulamentares, instrumentos económicos, normas de certificação e rotulagem, sistemas de gestão ambiental, como medidas de transição para a economia circular		1,00		1	1	0,25	0,25	
	ΣKF +			2	4				
								Σ(f_{i-key} x f_w)	1,01
								N_f	0,93
								Ic	1,09



Ic < 0
Ic = 0
0 < Ic ≤ 0,85
0,85 < Ic ≤ 1,5
Ic > 1,5

Circularidade negativa: Inputs negativos para a economia circular (impactos negativos para as massas de água)
Sem inputs para a economia circular
Circularidade baixa: Nível baixo de inputs para a economia circular
Circularidade média: Nível médio de inputs para a economia circular
Circularidade elevada: Nível elevado de inputs para a economia circular