




# Percepção de serviços ecossistêmicos de zonas úmidas: aplicação do protocolo *RAWES* no sul do Brasil

Perception of ecosystem services of wetlands: application of the *RAWES* protocol in southern Brazil

Vinícius Krebs<sup>1</sup> , Lúcia Helena Ribeiro Rodrigues<sup>1</sup> , Jucimara Andreza Rigotti<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mails: [viniciuskrebs@yahoo.com.br](mailto:viniciuskrebs@yahoo.com.br), [luciarrodrigues@gmail.com](mailto:luciarrodrigues@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná, Curitiba PR, Brasil. E-mail: [anrigotti@gmail.com](mailto:anrigotti@gmail.com)

**Como citar:** Krebs, V., Rodrigues, L. H. R., & Rigotti, J. A. (2025). Percepção de serviços ecossistêmicos de zonas úmidas: aplicação do protocolo *RAWES* no sul do Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 22, e23. <https://doi.org/10.21168/rega.v22e23>

**ABSTRACT:** Conserving aquatic ecosystems, whether natural or built, plays an important role in providing communities with ecosystem services at different scales and in different contexts. The Ramsar Convention has developed the Rapid Assessment of Wetland Ecosystem Services (*RAWES*) protocol to assist in the management and sustainable use of these areas by assessing community perceptions. This study marks the first application of the *RAWES* protocol in Brazil, where it was used to evaluate the ecosystem services offered by an constructed wetland in São Leopoldo, southern Brazil. This evaluation was conducted through an online questionnaire and a site visit by volunteer assessors recruited via pre-established networks. The main services identified were water purification, nutrient cycling, and cultural benefits such as education and research. These services were shown to have significant local-scale impacts, including climate regulation and reduction of visual and noise pollution. The results indicate that the *RAWES* protocol is an effective, quick and low-cost tool for assessing wetlands. It provides a sound basis for developing public policy aimed at conserving and managing these ecosystems sustainably. The research also highlights the importance of local community engagement and awareness in maximising ecosystem benefits and promoting environmental sustainability.

**Keywords:** Constructed Wetlands; Wetlands; Ecosystem Services; Rapid Assessment; Ramsar Convention.

**RESUMO:** A conservação dos ecossistemas aquáticos, sejam eles naturais ou construídos, desempenha um papel importante no fornecimento de serviços ecossistêmicos às comunidades em diferentes escalas e contextos. A Convenção de Ramsar desenvolveu o protocolo avaliação rápida dos serviços ecossistêmicos das zonas úmidas (*Rapid Assessment of Wetland Ecosystem Services - RAWES*) para auxiliar na gestão e no uso sustentável dessas áreas, avaliando as percepções da comunidade. Este estudo marca a primeira aplicação do protocolo *RAWES* no Brasil, onde foi utilizado para avaliar os serviços ecossistêmicos oferecidos por uma zona úmida construída em São Leopoldo, no sul do Brasil. Essa avaliação foi realizada por meio de um questionário online e uma visita ao local por avaliadores voluntários recrutados por meio de redes pré-estabelecidas. Os principais serviços identificados foram purificação da água, ciclo de nutrientes e benefícios culturais, como educação e pesquisa. Esses serviços demonstraram ter impactos significativos em escala local, incluindo regulação climática e redução da poluição visual e sonora. Os resultados indicam que o protocolo *RAWES* é uma ferramenta eficaz, rápida e de baixo custo para avaliar zonas úmidas. Ele fornece uma base sólida para o desenvolvimento de políticas públicas destinadas a conservar e gerenciar esses ecossistemas de forma sustentável. A pesquisa também destaca a importância do envolvimento e da conscientização da comunidade local para maximizar os benefícios do ecossistema e promover a sustentabilidade ambiental.

**Palavras-chave:** Alagados Construídos; Banhados; Serviços Ambientais; Avaliação rápida; Convenção de Ramsar.

## INTRODUÇÃO

As áreas úmidas têm papel importante na qualidade dos ecossistemas em que estão inseridos. Segundo Xia et al. (2024), três indicadores são relevantes para determinar a importância da área úmida: tamanho,

Recebido: Junho 27, 2025. Revisado: Novembro 04, 2025. Aceito: Dezembro 11, 2025.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

biodiversidade e funções ecológicas. A Convenção de Ramsar (1971) define as zonas úmidas como locais permanentes ou temporariamente úmidos, ou seja, áreas onde a água é o principal fator que controla o ambiente, através do crescimento vegetal e a fauna associada. Conforme Art. 1, do Decreto Federal Brasileiro nº 1.905, de 16 de maio de 1996 (Brasil, 1996), as zonas úmidas são áreas de pântano, charco, turfa ou água, natural ou construída, permanente ou temporária, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa.

Pode-se observar que no processo de desenvolvimento e crescimento das cidades, os padrões globais de uso dos recursos hídricos e modificações dos canais fluviais se mostram parecidos, pois as principais vias e avenidas seguem os caminhos das águas. A retificação e canalização dos corpos hídricos é algo bastante comum nas grandes cidades ao redor do mundo (Carvalho et al., 2020). Por conta disso, áreas alagadas são drenadas e aterradas para compor os novos loteamentos. Conforme Cunha (2022) e Medeiros (2022), os cursos d'água urbanos se tornam engessados, modificados e totalmente degradados, devido a geração e descarte de efluentes e resíduos. Além disso, a falta de planejamento ambiental gera grandes desafios, pois as zonas úmidas associadas aos rios deixam de existir e os corpos hídricos, muitas vezes passam a ser, apenas, corredores de água ao invés de ecossistemas funcionais. Wang et al. (2024) reportaram impactos de diferentes usos da terra na qualidade da água de uma área úmida, contudo relações de causa e efeito entre as cargas de poluição e a condição ecológica não ficou diretamente estabelecida. Nesse sentido, a utilização de diferentes métricas para a avaliação das áreas úmidas são relevantes para sua conservação (Xia et al., 2024).

O desafio, então, é promover a sustentabilidade e, desta forma, melhorar a qualidade hídrica, aumentar o bem-estar da população, transformar ambientes degradados das grandes cidades em locais com biodiversidade e identificar os problemas para assim discutir possibilidades para requalificação/restauração desses ambientes (Lourenço et al., 2015). Nesse contexto, a interação dos cidadãos pode auxiliar o desenvolvimento de projetos, pode meio das experiências e interações das comunidades, disponibilizando conhecimento e educando sobre os benefícios associados às áreas úmidas e auxiliando no monitoramento, bem como na manutenção da qualidade ambiental.

A manutenção da qualidade e a crescente degradação dos recursos hídricos é uma problemática que apresenta muitas tensões e conflitos, visto que envolvem diversos setores sociais e políticos atuando (Alonso, 2018). Isso não afeta apenas a sociedade, mas os ecossistemas, suas funções e serviços. Neste contexto, é importante avaliar o valor dos ecossistemas que estão, direta e indiretamente, ligados também com a geração de energia, produção de alimentos, saúde e bem-estar humanos (Magwaza et al., 2020).

Desta maneira, com o intuito de atingir padrões racionais de usos dessas zonas úmidas e contribuir ao desenvolvimento sustentável, a gestão pública e os profissionais devem reconhecer e entender as funções e os diversos valores disponibilizados para as comunidades pelas zonas úmidas. A Convenção de Ramsar (1971) surgiu em resposta à crescente preocupação com a degradação das zonas úmidas. Esta convenção é um tratado intergovernamental de 1971, ocorrido na cidade de Ramsar no Irã, que estabelece diretrizes para ações nacionais e para a cooperação internacional, visando a conservação e o uso racional das áreas úmidas em todo o mundo. O Brasil é um dos países signatários da convenção.

Os serviços ecossistêmicos são componentes ecológicos oriundos da natureza, que podem ser utilizados ou consumidos pelo homem, proporcionando benefícios e seu bem-estar, como a ciclagem de nutrientes na agricultura e a provisão de água para o consumo (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Eles podem ser classificados, conforme a Lei nº 14.119 (Brasil, 2021), de 13 de janeiro de 2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, como, serviços de provisão, que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros; serviços de suporte que mantêm a perenidade da vida na Terra.

Serviços como regulação do clima e controle da qualidade da água em níveis adequados ao consumo humano, são fatores essenciais para a vida humana e para o desenvolvimento social (Brauman et al., 2007; Brauman, 2015). Neste sentido, um dos serviços ecossistêmicos mais valiosos das bacias hidrográficas é o de reciclar a água (Alencar, 2017). Pode-se ainda citar a filtragem da água, fluxos dos rios, controle do escoamento superficial, fluxos de pico ou inundação, escoamento de base nas estações secas, erosão e carga de sedimentos, bem como recarga de água subterrânea e umidade do solo (Jin et al., 2015). Além disso, existem os benefícios concedidos através da regularização da vazão de rios, o amortecimento de danos causados por inundações, atenuação de secas, controle adequado da deposição de sedimentação de corpos de água, além da

recarga das reservas subterrâneas (Archfield et al., 2014; Brauman et al., 2007; Hurkmans et al., 2009; Price, 2011; Nedkov & Burkhard, 2012). Marques et al. (2022) destacam a importância da integração entre os serviços ecossistêmicos, serviços de gestão e serviços de saneamento.

Valach et al. (2021) ressaltam ainda, que a restauração dessas zonas úmidas costuma ter uma efetiva absorção de carbono, que é um exemplo de serviço ecossistêmico, após cerca de 2 anos com uma cobertura de vegetação, até o equilíbrio dos processos de produção e degradação da matéria orgânica. Assim também, o aumento e a preservação da biodiversidade nesses locais, são indicativos da qualidade do ambiente (Elofsson et al., 2023), uma vez que esses ambientes produzem serviços e benefícios para as comunidades e para a qualidade de água dos corpos hídricos. No entanto, as zonas úmidas estão entre os ecossistemas terrestres mais sensíveis e nos últimos três séculos, a área global de zonas úmidas degradadas alcançou os percentuais de 85% (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2019).

A Convenção de Ramsar (1971) publicou a resolução XIII.17 (Convenção de Ramsar, 2018), considerando a integração das funções e valores das zonas úmidas, visando a tomada de decisão e o desenvolvimento de políticas públicas em diferentes escalas. Nesta resolução o protocolo *RAWES (Rapid Assessment of Wetland Ecosystem Services)* foi proposto a fim de avaliar os serviços ecossistêmicos que estão associados a estes ecossistemas. Everard et al. (2019) aplicaram esse protocolo, no Delta do Rio Ganges, para quantificar e qualificar os serviços ecossistêmicos de uma área úmida crítica. Os resultados foram positivos no sentido de mostrar que as áreas úmidas desempenham funções essenciais para a resiliência ambiental e o bem-estar das populações locais, como a proteção contra inundações, a provisão de recursos pesqueiros e a melhoria da qualidade da água. A pesquisa também demonstrou como o protocolo *RAWES* pode ser usado para informar políticas de gestão integrada dos ecossistemas e apoiar a conservação.

Outra aplicação do protocolo foi realizada nas planícies de inundação Britânicas, onde foi possível mapear os múltiplos serviços ecossistêmicos fornecidos por essas áreas úmidas (Everard et al., 2022). Os resultados confirmaram que áreas úmidas podem ser essenciais para a mitigação de mudanças climáticas, através do sequestro de carbono, além de contribuírem para a biodiversidade e a regulação de fluxos hídricos. Ainda reforçou a ideia de que a proteção e recuperação dessas áreas não só ajudam na conservação da natureza, mas também trazem benefícios econômicos e sociais, como a redução de custos com infraestruturas de controle de inundações. Além disso, mesmo a proteção e gerenciamento de áreas úmidas artificiais pode ser uma das estratégias para expansão e conservação desses ecossistemas (Xia et al., 2024).

Neste contexto, o objetivo deste estudo é avaliar a percepção do fornecimento de serviços ecossistêmicos pelas zonas úmidas, por meio da aplicação de uma metodologia simplificada de avaliação de serviços ecossistêmicos de áreas úmidas, o protocolo *RAWES (Rapid Assessment of Wetland Ecosystem Services)*. O trabalho contempla a aplicação de um questionário com instruções, diretrizes e a avaliação de campo que foi utilizada para registrar a percepção dos avaliadores sobre os serviços ecossistêmicos, visando a possibilidade de elaboração de projetos para a preservação dessas áreas úmidas, considerando um efetivo uso, engajamento da população e pessoas interessadas neste processo.

## **METODOLOGIA**

### **INFORMAÇÕES SOBRE O PROTOCOLO**

O desenvolvimento deste trabalho consistiu na análise detalhada da Resolução XIII.17 (Convenção de Ramsar, 2018). O protocolo *RAWES (Rapid Assessment of Wetland Ecosystem Services)* é constituído por indicadores baseados em um sistema de avaliação e é dividido em serviços ecossistêmicos de provisão, suporte, regulação e culturais, permitindo adaptações de acordo com as características específicas da área a ser avaliada. Esses indicadores consideram a avaliação dos serviços em diferentes escalas, sendo utilizados para descrever a área mediante a atribuição de pontuações. Originalmente, os indicadores são avaliados segundo sua importância nas categorias: contribuição significativamente positiva (++) , positiva (+), insignificante (0), negativa (-), significativamente negativa (--) e sem evidências (?). Neste estudo, foi atribuída uma pontuação numérica que varia de +2 a -2, facilitando a agregação de parâmetros e a comparação entre diferentes áreas ou estágios de degradação/recuperação de uma área, além da categoria “sem evidências”, representada pelo símbolo (?). A Figura 1 ilustra o processo de aplicação do protocolo.



Figura 1 - Resumo das etapas de aplicação do protocolo RAWES. Adaptado pelo autor

## QUESTIONÁRIO

Para a coleta e quantificação de informações, foi desenvolvido um questionário online utilizando a plataforma *Google Forms*, estruturado em cinco seções, conforme exemplificado na Figura 2, com o objetivo de apresentar aos avaliadores as diretrizes e instruções para aplicação do protocolo, assim como a coleta de dados para gerenciamento dos resultados. Na primeira seção, foi apresentada a pesquisa, identificando os motivos, os autores e a instituição de origem. Foi elaborado um resumo sobre a Convenção de Ramsar e a Resolução XIII.17, que estabelece diretrizes para a aplicação do protocolo de avaliação de zonas úmidas. A resolução completa, traduzida, foi disponibilizada para consulta por meio de um *link*. Adicionalmente, buscou-se traçar o perfil dos avaliadores, coletando dados sobre faixa etária, escolaridade e conhecimento prévio acerca da Convenção de Ramsar. Também foi solicitada autorização para a utilização das informações de forma anônima, assegurando a confidencialidade dos avaliadores.

A segunda seção teve como objetivo preparar os avaliadores, fundamentando-se nas diretrizes iniciais da Resolução XIII.17. Foram formuladas questões sobre o conhecimento prévio dos avaliadores sobre a área em estudo, incluindo a localização da zona úmida, potenciais parceiros para discussão, nome da zona úmida, caracterização do entorno e tempo de conhecimento da área.

Na terceira seção, foram apresentadas instruções para a avaliação de campo, incluindo categorias de serviços ecossistêmicos e escalas de benefícios. Nessa etapa, foram disponibilizados o formulário de avaliação de campo e uma tabela com exemplos de serviços ecossistêmicos.

A quarta seção foi dedicada à apresentação dos prazos para a resposta ao questionário, bem como um espaço para o envio de arquivos, como fotografias do local e o próprio formulário de avaliação de campo. Nesta seção, também foram solicitadas as opiniões dos avaliadores sobre a aplicação do método e as dificuldades enfrentadas, visando à melhoria da metodologia.

Por último, na quinta seção se disponibilizou as informações de contato do autor, permitindo que os avaliadores tirassem dúvidas em relação ao protocolo, além de incluir um agradecimento pela contribuição e apoio na aplicação do método.



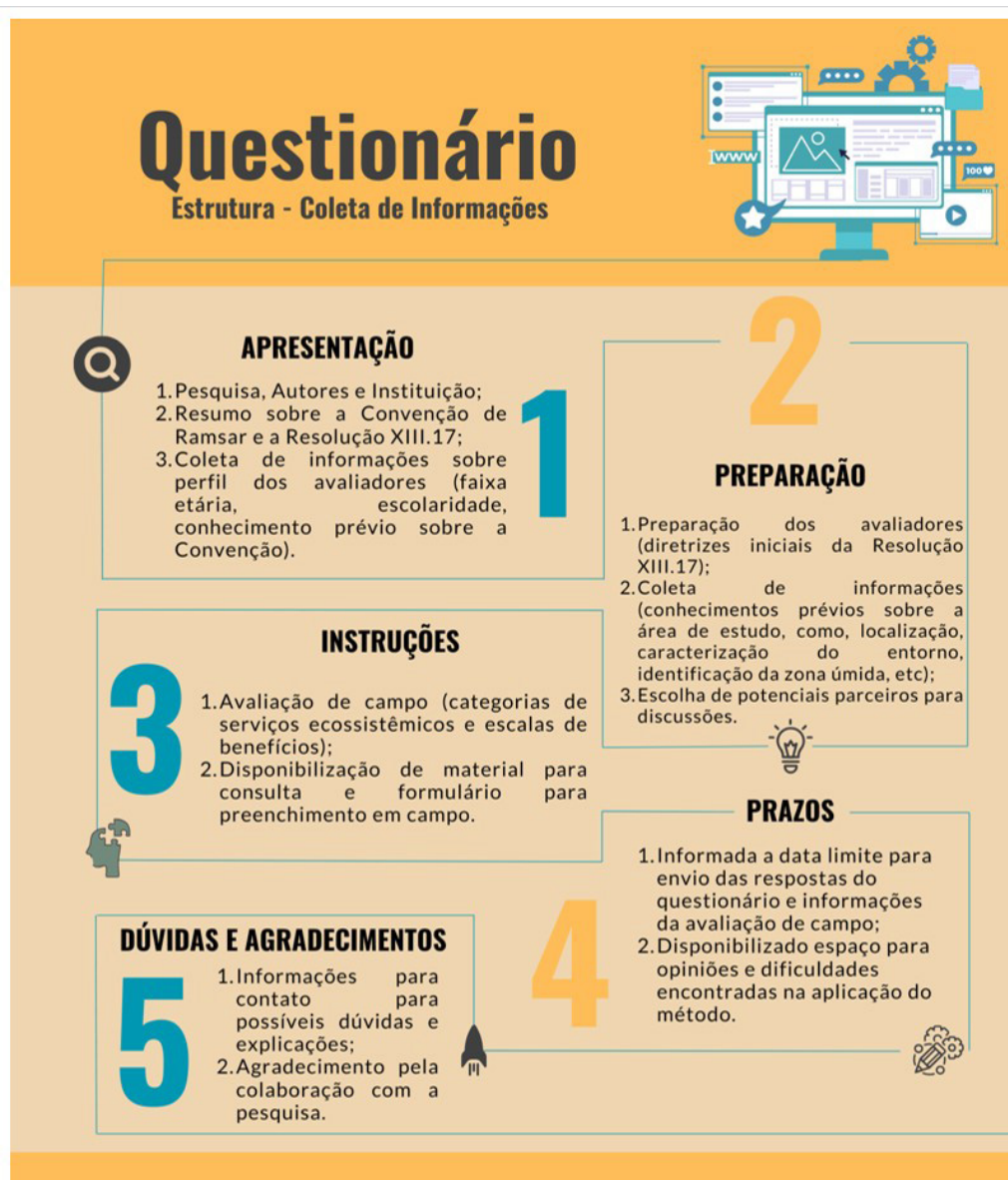


Figura 2 - Seções do questionário aplicado aos avaliadores. Elaborado pelo autor

## SELEÇÃO DA ÁREA ÚMIDA

Para a aplicação do protocolo *RAWES*, foi selecionada uma zona úmida construída, situada no município de São Leopoldo, no estado do Rio Grande do Sul (Figura 3), Brasil. Esta zona úmida integra a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) Feitoria, que é operada pelo SEMAE – Serviço Municipal de Água e Esgotos. A ETE possui uma capacidade de tratamento de 80 litros por segundo, recebendo efluentes mistos (pluviais e cloacais) provenientes do bairro Feitoria. Foi escolhida para a aplicação do protocolo devido ao andamento de pesquisas nesta ETE e a existência de estudos já realizados na área. A existência de dados de monitoramento permite a comparação dos resultados do protocolo de percepção com valores medidos de parâmetros de qualidade.

O tratamento dos efluentes ocorre em várias etapas, começando pelo gradeamento, que remove materiais grosseiros, seguido pelo desarenador, que coleta partículas mais densas e finas. Em seguida, os efluentes são direcionados para uma lagoa facultativa (Figura 4), que conta com aeração forçada e um volume útil de 27000 m<sup>3</sup>. Após a sedimentação do lodo no decantador, o efluente tratado é direcionado para o banhado construído, sendo finalmente lançado no Arroio Peão, um afluente do rio dos Sinos.

A zona úmida construída possui uma área aproximada de 15000 m<sup>2</sup>, configurando-se em um formato trapezoidal e com uma profundidade média de 0,50 metros. Esta área é preenchida com pedra brita, que atua como suporte para o crescimento de biofilme e da vegetação (Figuras 4 a 7).



Figura 3 - Localização da área de estudo. Elaborado pelo autor

## APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

A coleta de dados propriamente dita foi realizada por meio do envio de um e-mail aos avaliadores selecionados, contendo um link para o questionário online, elaborado na plataforma *Google Forms*, conforme detalhado acima. Ao preencher o questionário, os avaliadores receberam orientações sobre como completá-lo, além de acesso a um material informativo para consulta e a um formulário para preenchimento em campo. Esses recursos orientaram a aplicação do protocolo, utilizando e quantificando indicadores que refletem os serviços ecossistêmicos da zona úmida avaliada.

A aplicação do protocolo *RAWES* seguiu diretrizes que consideram as necessidades pré-campo, essenciais para a organização e preparação dos planos de avaliação, bem como para a delimitação da área a ser avaliada. Após essa etapa inicial, os avaliadores utilizaram o formulário de avaliação de campo (Tabela 1) para determinar a importância dos serviços ecossistêmicos e suas escalas.



Figura 4 - Lagoa facultativa (10 de agosto de 2024)



Figura 5 - Banhado construído (10 de agosto de 2024)



Figura 6 - Macrófitas emergentes em estágio de senescência (10 de agosto de 2024)



Figura 7 - Calha longitudinal de saída do efluente tratado (10 de agosto de 2024)



Por fim, para auxiliar os avaliadores, o Apêndice 2 da resolução foi disponibilizado e apresenta diversos exemplos de serviços ecossistêmicos que podem ser utilizados como subsídios na avaliação de campo (Convenção de Ramsar, 2018). Por exemplo, considera-se a provisão de água doce, alimentos e combustíveis como serviços de provisão. A remoção de partículas em suspensão, provenientes de veículos e chaminés industriais, é classificada como um serviço de regulação que contribui para a melhoria da qualidade do ar. Além disso, as áreas alagadas podem oferecer oportunidades de recreação e turismo, bem como proporcionar valores estéticos para determinados locais, configurando serviços culturais para as comunidades em diferentes escalas.

O questionário foi encaminhado a um total de 34 avaliadores. O grupo de avaliadores foi selecionado por meio de colaboradores e técnicos da ETE Feitoria e por professores que realizam atividades acadêmicas no local, através de visitas técnicas e desenvolvimento de pesquisas. Os avaliadores ficaram livres para escolher os parceiros de discussão, sendo indicado pelas diretrizes da resolução a discussão entre duas ou mais pessoas no processo de aplicação da avaliação. Foi flexibilizada a avaliação individual para que houvesse um aumento amostral na quantidade de avaliações.

Os avaliadores que participaram das avaliações iniciais, por meio de contato eletrônico, receberam orientações detalhadas, em conformidade com as diretrizes da Resolução XIII.17 da Convenção de Ramsar. O questionário preliminar junto ao material informativo foi encaminhado aos avaliadores na forma integral, sendo contatados para lembrá-los dos prazos. No questionário foram solicitadas informações gerais dos avaliadores, bem como de suas duplas e/ou equipes de avaliação, além de perguntas sobre os conhecimentos prévios relacionados à avaliação e à área em questão.

Tabela 1 - Formulário de campo para aplicação da metodologia RAWES

Avaliação rápida de serviços ecossistêmicos de zonas úmidas						
Formulário de avaliação de campo						
Pontuação	Qual a importância?	Nome da zona úmida:				
2	Contribuição significativamente positiva	Coordenadas geográficas:				
1	Contribuição positiva					
0	Insignificante	Data:				
-1	Contribuição negativa					
-2	Contribuição significativamente negativa	Avaliadores:				
?	Sem evidências					
		Pontuação		Escala do benefício		
		Importância?	Descrição do benefício	Local	Regional	Global
Serviços de provisão	Água doce					
	Comida					
	Combustível					
	Fibras					
	Recursos genéticos					
	Medicamentos naturais ou Farmacêuticos					
	Recursos ornamentais					
	Argila, minerais, colheitas agrícolas					



Tabela 1 - Continuação...

<b>Avaliação rápida de serviços ecossistêmicos de zonas úmidas</b>						
<b>Formulário de avaliação de campo</b>						
<b>Serviços de provisão</b>	Captação de energia de ventos e fluxos de água					
	Regulação da qualidade do ar					
<b>Serviços de regulação</b>	Regulação do clima local					
	Regulação do clima global					
	Regulação da água					
	Regulação dos riscos de inundação					
	Regulação dos riscos de tempestades					
	Regulação de pragas					
	Regulação de doenças humanas					
	Regulação de doenças bovinas					
	Regulação de erosões					
	Purificação de água					
	Polinização					
	Regulação de salinidade					
	Regulação de incêndios					
	Amortecimento de ruídos e poluição visual					
	<b>Serviços culturais</b>	Patrimônio cultural				
Recreação e turismo						
Valores estéticos						
Valores espirituais e religiosos						
Valor inspiracional						
Relações sociais						
Educação e pesquisa						
<b>Serviços de suporte</b>	Formação de solos					
	Produção primária					
	Ciclagem de nutrientes					
	Ciclagem de água					
	Provisão de habitats					
Observações:						

## RESULTADOS

### DADOS GERAIS DO PREENCHIMENTO DOS FORMULÁRIOS

Como resultado do preenchimento do formulário, a área úmida da ETE Feitoria recebeu 16 avaliações, das quais 7 foram realizadas em duplas, 2 em trios e 7 individualmente. Entre os questionamentos realizados, observou-se que, das 16 avaliações realizadas, apenas 31,3% (5) dos respondentes já tinham conhecimento prévio sobre a Convenção de Ramsar (Figura 8). O grupo de avaliadores foi caracterizado por indivíduos jovens até 25 anos (Figura 9), em sua maioria, no período de instrução e capacitação profissional pelo ensino superior em andamento (75%), (Figura 10) na área de Engenharia Ambiental e Engenharia Hídrica. Os demais avaliadores são pesquisadores e profissionais experientes em tratamento de água e efluentes e soluções baseadas na natureza da própria ETE Feitoria.

De acordo com as percepções das avaliações realizadas na zona úmida da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Feitoria e seu entorno, foram identificados os principais usos do solo na região. Conforme ilustrado na Figura 11, os dados obtidos indicam que 6,3% dos avaliadores perceberam áreas com uso agrícola, enquanto 31,3% identificaram áreas antropizadas (modificadas pela ação humana). Além disso, 25% dos avaliadores indicaram regiões de mata preservada e/ou monocultura. O uso misto das áreas foi observado na percepção de preservação em conjunto com zonas ocupadas, com o uso agrícola intercalado com áreas preservadas.

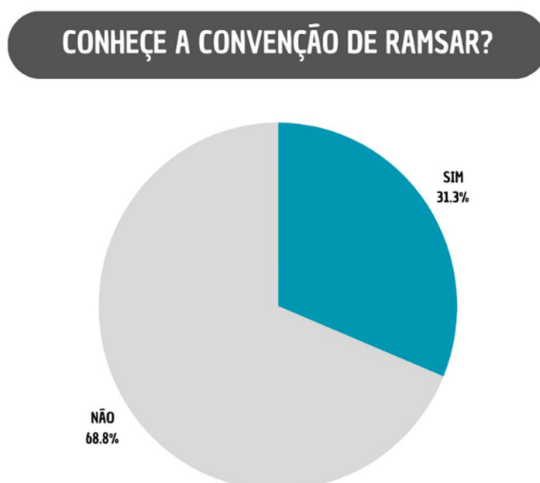


Figura 8 - Conhecimento prévio da Convenção de Ramsar entre os avaliadores

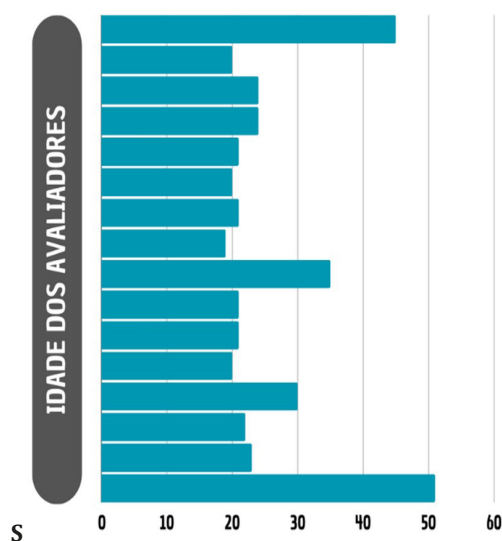


Figura 9 - Faixa etária dos avaliadores

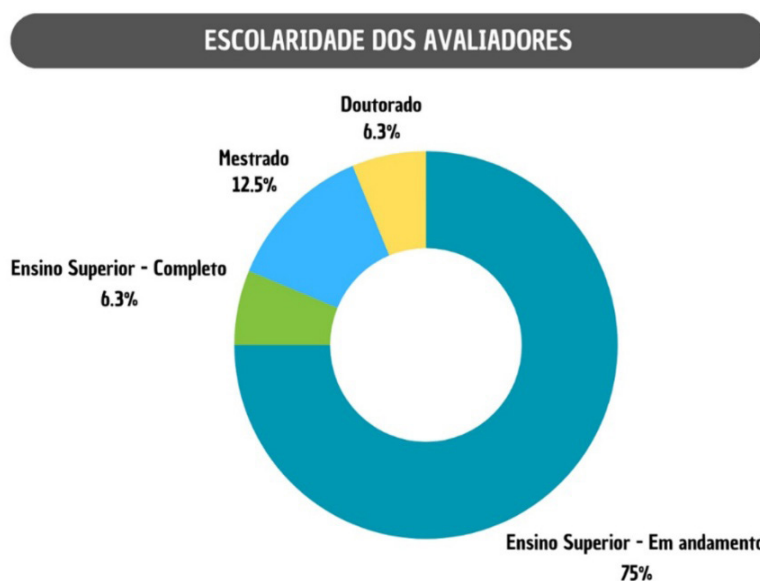


Figura 10 - Grau de escolaridade dos avaliadores

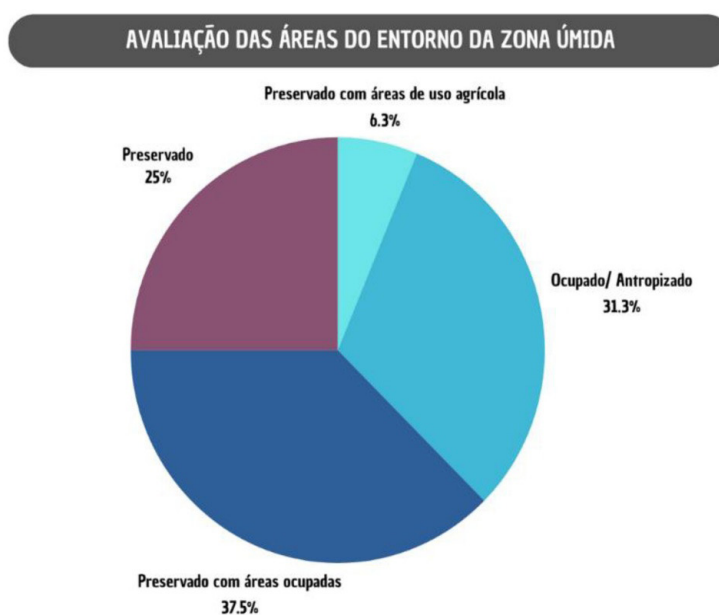


Figura 11 - Percepção dos avaliadores sobre as áreas do entorno da zona úmida na ETE Feitoria, RS

### RESULTADOS DO PROTOCOLO RAWES

Na totalidade, os serviços ecossistêmicos que foram percebidos e contabilizados pela maior contribuição significativamente positiva foi a educação e pesquisa (“2” = 16). Também a ciclagem de nutrientes, purificação de água (“2” = 15) e ciclagem de água (“2” = 13) tiveram impactos positivos na avaliação. As contribuições positivas foram o amortecimento de ruídos e poluição visual (“1” = 9), regulação da qualidade do ar (“1” = 8) e valores estéticos (“1” = 7). O serviço ecossistêmico que teve avaliação como insignificante foram valores espirituais e religiosos (“0” = 11), enquanto os serviços com a maior significância negativa foram a regulação do clima global e a provisão de argilas, minerais, colheitas agrícolas (“-2” = 8) (Tabela 2).

O valor de ‘n’, apresentado na Tabela 2 e 3, representa o somatório das frequências de cada um dos serviços ecossistêmicos avaliados, indicando assim os serviços que mais impactaram a percepção dos avaliadores.

Tabela 2 - Contagem das frequências das pontuações atribuídas aos serviços ecossistêmicos, por meio da aplicação do protocolo de avaliação RAWES

		IMPORTÂNCIA						
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	n	2	1	0	-1	-2	?	
<b>Serviços de provisão</b>	Água doce	15	10	5	0	0	0	0
	Comida	21	5	5	5	0	5	1
	Combustível	16	0	4	8	0	0	4
	Fibras	22	1	2	6	0	6	7
	Recursos genéticos	16	3	4	5	0	0	4
	Medicamentos naturais ou Farmaceuticos	21	1	3	5	0	5	7
	Recursos ornamentais	16	3	2	4	0	0	7
	Argila, minerais, colheitas agrícolas	24	2	3	8	0	8	3
	Captação de energia de ventos e fluxos de água	16	3	1	5	0	0	7
<b>Serviços de regulação</b>	Regulação da qualidade do ar	16	8	8	0	0	0	0
	Regulação do clima local	16	11	5	0	0	0	0
	Regulação do clima global	24	3	2	8	0	8	3
	Regulação da água	16	12	2	0	0	0	2
	Regulação dos riscos de inundação	20	4	6	4	1	4	1
	Regulação dos riscos de tempestades	16	1	4	8	0	0	3
	Regulação de pragas	20	3	6	4	0	4	3
	Regulação de doenças humanas	16	7	4	2	0	0	3
	Regulação de doenças bovinas	19	0	6	3	0	3	7
	Regulação de erosões	16	4	5	5	0	0	2
	Purificação de água	17	15	0	1	0	1	0
	Polinização	20	7	4	3	0	4	2
	Regulação de salinidade	16	2	6	5	0	0	3
	Regulação de incêndios	21	2	6	5	0	5	3
Amortecimento de ruídos e poluição visual	16	4	9	2	0	0	1	
<b>Serviços culturais</b>	Patrimônio cultural	21	1	6	5	0	5	4
	Recreação e turismo	16	1	5	7	0	0	3
	Valores estéticos	19	5	7	3	0	3	1
	Valores espirituais e religiosos	16	0	2	11	0	0	3
	Valor inspiracional	20	3	3	5	0	5	4
	Relações sociais	16	1	5	7	0	0	3
	Educação e pesquisa	16	16	0	0	0	0	0
<b>Serviços de suporte</b>	Formação de solos	19	8	2	3	1	3	2
	Produção primária	16	10	4	1	0	0	1
	Ciclagem de nutrientes	16	15	1	0	0	0	0
	Ciclagem de água	16	13	3	0	0	0	0
	Provisão de habitats	16	10	6	0	0	0	0



Avaliando separadamente pelas classificações, a contribuição significativamente positiva para os serviços de provisão foi a provisão de água doce ("2" = 10) e a maior significância negativa ficou para provisão de argila, minerais, colheitas agrícolas ("2" = 8) (Figura 12).

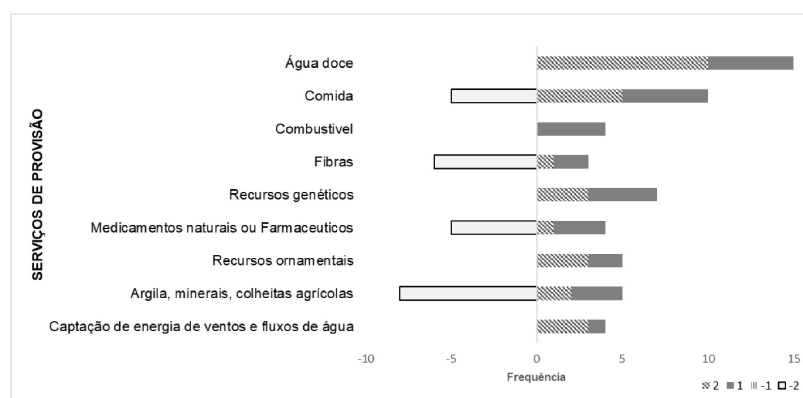


Figura 12 - Frequência dos serviços de provisão na ETE Feitoria, RS

Já para os serviços de regulação, as avaliações de campo apontaram uma contribuição significativamente negativa para regulação do clima global ("2" = 8) e uma contribuição significativamente positiva para a purificação da água ("2" = 15) (Figura 13).

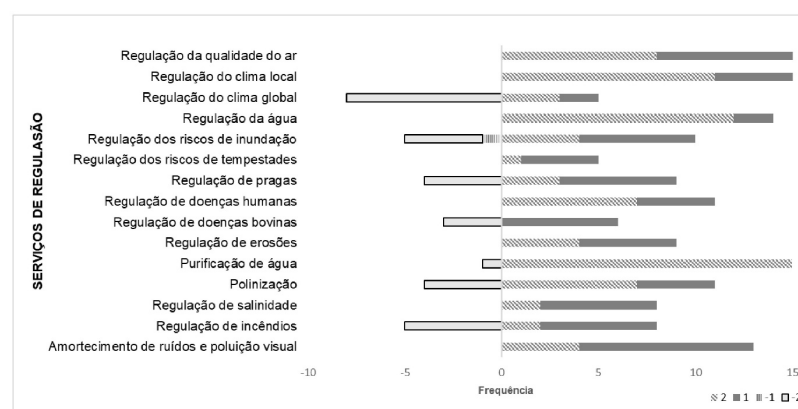


Figura 13 - Frequência dos serviços de regulação na ETE Feitoria, RS

Em relação aos serviços culturais a maior significância positiva foi dada a educação e pesquisa ("2" = 16) e a maior significância negativa foram o patrimônio cultural e valor inspiracional ("2" = 5) (Figura 14).

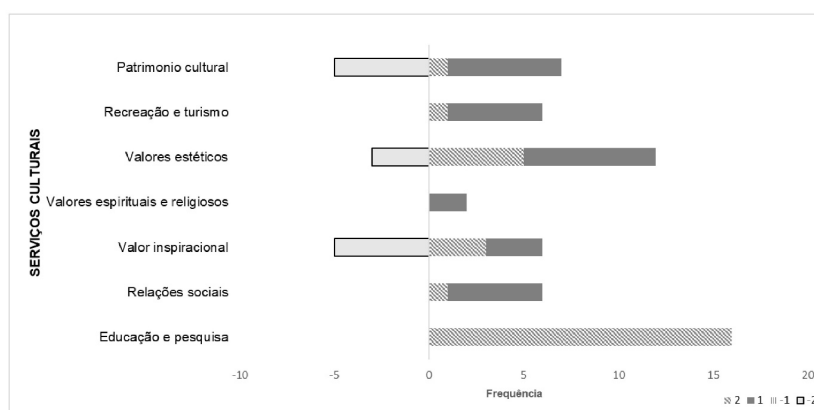


Figura 14 - Frequência dos serviços culturais na ETE Feitoria, RS

O serviço de suporte com uma contribuição significativamente positiva foi a ciclagem de nutrientes ("2" = 15) e a contribuição significativamente negativa foi a formação de solos ("-2" = 3) (Figura 15).

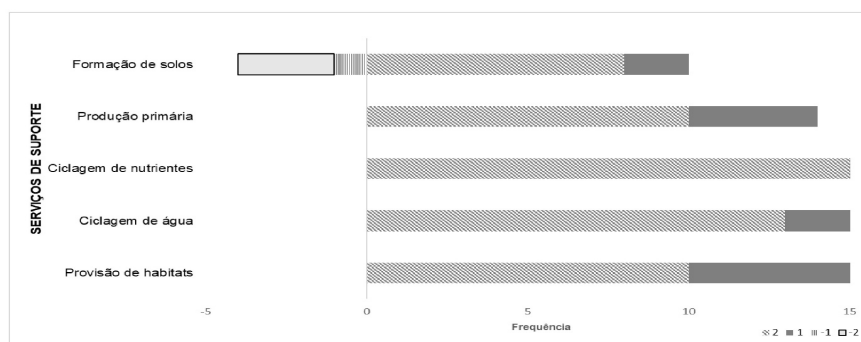


Figura 15 - Frequência dos serviços de suporte na ETE Feitoria, RS

Cada serviço ecossistêmico foi avaliado conforme importância e escala. Na Tabela 3 são apresentados os resultados conforme escala de cada benefício produzido pela zona úmida avaliada.

Tabela 3 - Escala dos benefícios atribuídos pelos avaliadores através da aplicação do protocolo de avaliação de zonas úmidas RAWES

ESCALA DOS BENEFÍCIOS						
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	n	LOCAL	REGIONAL	GLOBAL	BENEFÍCIO	
Serviços de provisão	Água doce	13	8	3	2	LOCAL
	Comida	10	4	4	2	REGIONAL
	Combustível	6	2	2	2	GLOBAL
	Fibras	4	1	1	2	GLOBAL
	Recursos genéticos	9	5	2	2	LOCAL
	Medicamentos naturais ou Farmaceuticos	7	2	2	3	GLOBAL
	Recursos ornamentais	5	4	0	1	LOCAL
	Argila, minerais, colheitas agrícolas	6	3	0	3	GLOBAL
	Captação de energia de ventos e fluxos de água	5	2	1	2	GLOBAL
Serviços de regulação	Regulação da qualidade do ar	14	7	5	2	LOCAL
	Regulação do clima local	12	10	1	1	LOCAL
	Regulação do clima global	3			3	GLOBAL
	Regulação da água	11	2	7	2	REGIONAL
	Regulação dos riscos de inundação	8	5	2	1	LOCAL
	Regulação dos riscos de tempestades	2	1	0	1	GLOBAL
	Regulação de pragas	7	2	4	1	REGIONAL
	Regulação de doenças humanas	9	4	3	2	LOCAL
	Regulação de doenças bovinas	6	4	0	2	LOCAL
	Regulação de erosões	6	4	1	1	LOCAL
	Purificação de água	13	5	6	2	REGIONAL
Polinização	8	3	3	2	REGIONAL	
Serviços de regulação	Regulação de salinidade	8	3	3	2	REGIONAL

Tabela 3 - Continuação...

ESCALA DOS BENEFÍCIOS						
Serviços de regulação	Regulação de incêndios	6	4	1	1	LOCAL
	Amortecimento de ruídos e poluição visual	11	9	0	2	LOCAL
Serviços culturais	Patrimônio cultural	7	4	2	1	LOCAL
	Recreação e turismo	7	4	2	1	LOCAL
	Valores estéticos	12	11	0	1	LOCAL
	Valores espirituais e religiosos	3	1	1	1	GLOBAL
	Valor inspiracional	5	2	2	1	REGIONAL
	Relações sociais	4	4	0	0	LOCAL
Serviços de suporte	Educação e pesquisa	12	2	7	3	REGIONAL
	Formação de solos	10	7	1	2	LOCAL
	Produção primária	12	9	1	2	LOCAL
	Ciclagem de nutrientes	12	7	3	2	LOCAL
	Ciclagem de água	13	6	5	2	LOCAL
	Provisão de habitats	12	7	3	2	LOCAL

Conforme avaliação de campo foram verificadas frequências de benefícios produzidos pela zona úmida ETE Feitoria. Pode-se observar que os serviços ecossistêmicos locais que se destacaram foram: valores estéticos (11), regulação do clima local (10), amortecimento de ruídos e poluição visual (9), produção primária (9) e provisão de água doce (8). Em relação aos benefícios regionais, os serviços mais notáveis foram: educação e pesquisa (7), ciclagem de água (6), regulação da água (7) e purificação de água (6). No que diz respeito aos benefícios globais, os principais destaques foram: educação e pesquisa (3), regulação do clima global (3), provisão de medicamentos naturais e farmacêuticos (3), além de argila, minerais e colheitas agrícolas (3). De maneira geral, os resultados indicam um maior enfoque nos benefícios locais, conforme evidenciado pelas avaliações realizadas em campo.

#### DADOS DE MONITORAMENTO – ETE FEITORIA

A ETE Feitoria por meio da parceria entre o Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH-UFRGS) e o Serviço Municipal de Água e Esgotos de São Leopoldo (SEMAE) realizaram estudo de desempenho da estação de tratamento do período de janeiro de 2021 a abril de 2023, apresentado por meio de um relatório os dados de análises mensais e a média de performance (Tabela 4), a caracterização do afluente é dada pela entrada da estação e o efluente tratado na saída da zona alagada construída.

Tabela 4 - Valores médios de performance do período de 2021 a 2023

Parâmetros	CARACTERÍSTICAS DO AFLUENTE		EFLUENTE TRATADO			CONSEMA 355/17
	Média	2021	2022	2023		
		Média				
Coliformes (NMP/100mL)	3454878,5700	1063,5000	11908,5000	79810,2500	10000	
DBO (mg/L)	80,4900	10,4100	12,9567	19,6250	70	
DQO (mg/L)	202,0100	26,3300	45,3050	48,9300	260	
Fósforo (mg/L)	2,8900	1,0200	1,3135	2,1863	2	
Nitrogênio (mg/L)	20,8200	3,1700	4,0328	7,2668	20	
pH	7,1200	6,9900	6,8942	6,7950	Entre 6 e 9	
Sólidos Suspensos (mg/L)	101,7300	5,9500	16,4533	12,0400	80	

FONTE: SEMAE/ IPH-UFRGS. Adaptado pelo autor

Tabela 4 - Continuação...

Parâmetros	CARACTERÍSTICAS DO AFLUENTE		EFLUENTE TRATADO			CONSEMA 355/17
	Média	2021	2022	2023	Média	
Temperatura (°C)	23,1300	22,5100	20,7667	26,7250	40	
Sólidos Sedimentáveis (mg/L)	1,7500	1,0000	1,0000	1,0000	1	
Óleos e Graxas Minerais (mg/L)	4,1100	0,6700	0,8683	0,7200	10	
Óleos Vegetais e Gorduras Animais (mg/L)	4,1800	0,9300	1,4008	0,6200	30	
Surfactantes (mg/L)	0,0000	0,2200	0,0867	0,0000	-	
Fenóis Totais (mg/L)	0,0018	0,0000	0,0019	0,0018	0,1	
Mangânes Total (mg/L)	0,1625	0,0000	0,0959	0,2320	1	

FONTE: SEMAE/ IPH-UFRGS. Adaptado pelo autor

A estação atendeu aos padrões exigidos pela CONSEMA 355/2017, com poucas exceções na avaliação mês a mês, no decorrer dos anos analisados demonstrou-se eficiente no tratamento dos efluentes gerados pelo bairro Feitoria em São Leopoldo. Entre os parâmetros monitorados, DBO, DQO e nitrogênio tiveram eficiência de remoção de 100%, já para coliformes atingiu uma menor eficiência em 2023, de 76% e para fósforo 80% em 2023.

## DISCUSSÃO

Os resultados de aplicação do protocolo na ETE Feitoria, no estado do Rio Grande do Sul, apontaram para o maior destaque dos benefícios locais, assim como no estudo realizado por *Everard et al. (2019)*, onde foram avaliadas cinco zonas úmidas na Índia, que em todos os casos, a provisão de serviços locais foi a mais prevalente, com os benefícios na escala de bacia adjacente em segundo lugar.

A zona úmida da ETE Feitoria possui uma área de 15000 m<sup>2</sup>, o que é relativamente pequeno em comparação com outras zonas úmidas naturais, como a APA Banhado Grande, localizado na região de Gravataí, Rio Grande do Sul, Brasil, com 100 mil hectares. Os usos do solo adjacentes das áreas úmidas avaliadas podem ter interações complexas, mas, em geral, impactam o entorno em uma escala local. No entanto, essas interações podem resultar em benefícios regionais. Por exemplo, a ETE Feitoria trata efluentes que, após o tratamento, são lançados no Arroio Peão, que se conecta ao rio dos Sinos e, posteriormente, ao lago Guaíba. Assim, essa abordagem proporciona benefícios mais amplos para a região.

Um aspecto importante, a partir da aplicação da metodologia *RAWES* na Índia (*Everard et al., 2019*) demonstrou uma ampla gama de serviços ecossistêmicos nas áreas avaliadas, mas também revelou um baixo reconhecimento da produção desses serviços, conforme descrito na literatura científica. Assim, as avaliações *RAWES* fornecem uma base sistêmica mais informativa para subsidiar o manejo das áreas úmidas do que para publicações científicas, especialmente quando os benefícios gerados são indiretos. A expansão do uso do protocolo *RAWES* pode contribuir para sua melhoria, além de reduzir erros estatísticos decorrentes de amostras pequenas.

Em outro estudo, *Everard et al. (2022)* analisaram as mudanças em ecossistemas de várzea com a introdução do cultivo de milho em planícies britânicas anteriormente alagadas. O estudo indicou uma diminuição de vários serviços ecossistêmicos, especialmente os de suporte e regulação, resultando em uma redução da qualidade da água, enquanto aumentou a possibilidade de produção de combustível, relacionada aos serviços de provisão.

No contexto da zona úmida da ETE Feitoria, ela está localizada em uma área adjacente a diferentes empreendimentos, incluindo um estabelecimento de lavagem de veículos, uma empresa concreiteira especializada em fossas sépticas e filtros, e uma granja de produção de hortaliças. Todas as propriedades circunvizinhas, bem como a área ocupada pela ETE, possuem titularidade privada, sendo que a matrícula do terreno onde a ETE está implantada não se encontra registrada em nome da Autarquia responsável pela operação. Os limites posteriores da ETE confrontam-se com uma faixa de servidão situada às margens do arroio Palmeira e com uma área alagável adjacente, caracterizada como zona úmida de relativa proteção ambiental. A manutenção da cobertura vegetal nas proximidades da unidade traz



benefícios adjacentes para o entorno, atuando como refúgio. Essa vegetação auxilia na mitigação de ruídos da urbanização, criando um ambiente mais favorável à fauna. Deste modo, a proteção vegetal é essencial para sustentar a integridade ecológica das zonas úmidas, mesmo que construídas, visto que estas também desempenham importantes serviços ecossistêmicos.

Ao relacionar os serviços ecossistêmicos identificados nos questionários com a realidade local da zona úmida da ETE Feitoria, observa-se que alguns destes serviços estão efetivamente presentes, enquanto outros refletem percepções ou potenciais de uso ainda não explorados. O serviço de “provisão de comida”, por exemplo, não envolve o reuso do efluente tratado para irrigação de culturas agrícolas na área de estudo, embora haja o cultivo em propriedades vizinhas que poderiam, se beneficiar dessa prática. Em relação à “regulação da qualidade do ar”, a presença de vegetação arbórea e áreas alagadas contribui para a retenção de partículas e microclimas mais amenos, ainda que em escala restrita. Já o serviço de “provisão de medicamentos naturais e farmacêuticos”, citado por alguns participantes, parece estar mais associado ao reconhecimento do potencial da flora local do que a um uso direto atual. Essa análise evidencia tanto a coerência entre as percepções e as características ambientais locais quanto algumas distorções ou expectativas sobre serviços que não se manifestam de forma direta na área estudada.

McInnes & Everard (2017) enfatizam a colaboração com avaliadores locais capacitados para que a abordagem RAWES produza resultados confiáveis para a adequada avaliação dos serviços ecossistêmicos. Embora haja limitações na avaliação de serviços específicos e na escala de benefícios, questões de escala espacial são abordadas de maneira adequada, mas ainda requerem refinamentos. Além disso, validar os resultados com dados empíricos poderia aumentar a confiança na metodologia.

Por meio do acompanhamento da eficiência da ETE Feitoria, visando o tratamento dos efluentes produzidos pela região do bairro Feitoria, foi possível validar algumas das percepções dos avaliadores em relação aos serviços de purificação e regulação de água, ciclagem de nutrientes, provisão de água doce. A ETE Feitoria apresentou médias de eficiência na remoção no tratamento, nos três anos monitorados (2021-2023), para parâmetros como DBO, DQO e nitrogênio (100%), fósforo (91,3%) e coliformes (89,33%).

A utilização da área como um serviço para tratamento dos efluentes produzidos pela população traz certa proteção ao uso da área, evitando possíveis invasões ou construções que alterariam os impactos fornecidos a região. A preservação e utilização de vegetação, tanto no entorno, como na própria zona úmida, provê refúgio para a fauna, alimento pela produção primária, também reduz a entrada de ruídos e a probabilidade de propagação de possíveis odores por meio de cortina vegetal. A produção científica é beneficiada pelo serviço de educação e pesquisa, que proporciona possibilidades de melhorias no sistema, assim como a visualização dos impactos da estação sobre a região.

Os resultados positivos da avaliação de serviços ecossistêmicos de áreas úmidas, através do protocolo RAWES foram observados em diversos estudos, destacando-se pela utilidade e eficácia do protocolo na avaliação e valorização de serviços ecossistêmicos em diferentes contextos. McInnes & Everard (2017) focaram na avaliação dos serviços ecossistêmicos das áreas úmidas no Sri Lanka, utilizando o protocolo RAWES e observaram que os resultados indicaram que o protocolo forneceu uma maneira eficaz de identificar (através da percepção dos avaliadores) e valorizar os serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas locais, incluindo serviços como a regulação de inundações, purificação da água e suporte à biodiversidade. A pesquisa destacou a importância de integrar esses serviços nas políticas de gestão ambiental, principalmente em contextos de desenvolvimento urbano e rural.

Abordagens robustas e replicáveis são essenciais para a avaliação dos serviços ecossistêmicos proporcionados por locais, tanto em sua condição pré-desenvolvimento quanto na avaliação de alternativas pós-desenvolvimento. Essa necessidade é fundamental para a quantificação das mudanças nos serviços ecossistêmicos e para promover uma transição de um paradigma centrado em uma abordagem de “reduzir danos” para um enfoque “regenerativo” (Cianchi et al., 2024). Essa transformação é vital para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e maximizar os benefícios sociais e ambientais a longo prazo, por meio da conscientização das comunidades do entorno, participação das pessoas no processo de gestão e diagnósticos dos impactos produzidos pelas áreas, por meio do monitoramento. A rapidez da abordagem RAWES amplifica sua utilidade, e a avaliação contínua ao longo do tempo pode ajudar no monitoramento dos resultados de conservação e das mudanças no status de proteção das zonas úmidas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de protocolos como o RAWES, assim como outros protocolos de avaliação rápida, pode contribuir significativamente para a gestão de áreas úmidas, promovendo o uso consciente e racional desses ecossistemas pelas comunidades em diferentes escalas. Para a aplicação das diretrizes

estabelecidas na Resolução XIII.17, estas foram traduzidas e integradas a um questionário, que incluiu instruções claras para facilitar a compreensão e aplicação, levando em consideração os locais e avaliadores selecionados. Após o desenvolvimento da metodologia, o protocolo foi aplicado em uma zona úmida construída localizada no Rio Grande do Sul.

O monitoramento de áreas úmidas pode oferecer uma visão abrangente das possibilidades de manejo e gestão dessas áreas, com ênfase na preservação dos ecossistemas, identificação de pontos críticos de degradação e contaminação ambiental, além de servir como ferramenta para conscientizar as comunidades locais sobre os benefícios e práticas de manejo apropriadas. Uma das principais vantagens do protocolo é sua flexibilidade, permitindo ajustes e inclusões de serviços, possibilitando adaptações na avaliação para atender a diversas regiões e contextos.

A organização dos dados obtidos em campo permitiu a identificação da percepção dos principais serviços ecossistêmicos prestados pela área avaliada, como a purificação da água, a ciclagem de nutrientes e a oferta de benefícios culturais, incluindo educação e pesquisa. Esses resultados são validados através da comparação com os resultados do monitoramento da ETE. Deste modo, esses serviços ecossistêmicos demonstraram um impacto significativo em escala local, com destaque para a regulação climática e a mitigação da poluição visual e sonora.

O foco deste trabalho foi a adaptação da metodologia de aplicação, porém em outros estudos, recomenda-se considerar a implementação de treinamentos básicos para o desenvolvimento do pensamento crítico entre os avaliadores, além de realizar um número maior de avaliações para aumentar a confiabilidade dos resultados quantitativos. De modo geral, a aplicação do protocolo demonstrou ser um processo simples e eficiente, dependendo da disponibilidade dos avaliadores, podendo servir de subsídio para apresentação dos benefícios despendidos pelas áreas a serem avaliadas.

A abordagem RAWES tem se mostrado útil para revelar esses valores de forma semi-quantificada integrando diferentes formas de conhecimento. Ela fornece uma base transferível para representar valores entre serviços ecossistêmicos de uma forma intuitiva, evitando um foco excessivamente estreito em serviços comercializáveis que distorcem a avaliação em relação a serviços importantes, embora inerentemente não mercadológicos.

Estudos adicionais são fundamentais para caracterizar o equilíbrio entre os benefícios e desvantagens presentes em sistemas ecológicos mais complexos. Embora a pesquisa tenha sido realizada em um ambiente construído, os resultados obtidos têm aplicabilidade geral a diferentes usos de planícies de inundação e áreas úmidas em geral, em diversas configurações geográficas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Soluções baseadas na Natureza (INCT SbN) e ao Laboratório de Ecotecnologia e Limnologia Aplicada (LELA) pelo apoio científico e revisão deste trabalho; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento; e ao Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pela infraestrutura, incentivo à pesquisa e excelentes professores.

## REFERÊNCIAS

- Alencar, J. C. (2017). *Potencial de corpos d'água em bacias hidrográficas urbanizadas para renaturalização, revitalização e recuperação. Um estudo da bacia do Jaguaré* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Alonso, M. O. C. (2018). O debate ambiental contemporâneo: uma revisão crítica. *O Social em Questão*, 21, 35-56. Recuperado em 17 de novembro de 2024, de [https://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ\\_40\\_art\\_2\\_Alonso.pdf](https://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_40_art_2_Alonso.pdf)
- Archfield, A. S., Kennen, J. G., Carlisle, D. M., & Wolock, D. M. (2014). An objective and parsimonious approach for classifying natural flow regimes at a continental scale. *River Research and Applications*, 30(9), 132-133. <https://doi.org/10.1002/rra.2710>
- Brasil. (2021). Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília. Recuperado em 17 de abril de 2024, de [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/l14119.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14119.htm)
- Brasil. (1996). Decreto nº 1.905, de 16 de maio de 1996. Promulga a Convenção sobre Zona Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, conhecida como Convenção de Ramsar, de 02 de fevereiro de 1971. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília. Recuperado em 17 de abril de 2024, de [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1996/d1905.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/d1905.htm)
- Brauman, K. A., Daily, G. C., Duarte, T. K., & Mooney, H. A. (2007). The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. *Annual Review of Environment and Resources*, 32(1), 67-98. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>

- Brauman, K. A. (2015). Hydrologic ecosystem services: linking ecohydrologic processes to human well-being in water research and watershed management. *WIREs. Water*, 2(4), 345-358. <https://doi.org/10.1002/wat2.1081>
- Carvalho, J. W. L. T., Marangon, F. H. S., & Santos, I. (2020). Recuperação de rios urbanos: da interdependência e sincronidade dos processos de desnaturalização em rios e bacias hidrográficas urbanas. *Revista do Departamento de Geografia*, 40, 163-174. <https://doi.org/10.11606/rdg.v40i0.162247>
- Cianchi, B., Everard, M., McInnes, R., & Cooke, R. (2024). Methodological innovations within the RAWES framework for use in development scenarios. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 20(1), 189-200. <https://doi.org/10.1002/ieam.4799>
- Convenção de Ramsar. (2018). *Resolução XIII.17: Rapid assessment of wetland ecosystem services*. Recuperado em 17 de maio de 2024, de [https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/xiii.17\\_rapid\\_assessment\\_ecosystem\\_services\\_e.pdf](https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/xiii.17_rapid_assessment_ecosystem_services_e.pdf)
- Convenção de Ramsar. (1971). *Secretariado*. Recuperado em 28 de maio de 2024, de <https://www.ramsar.org>
- Cunha, S. B. (2022). Rios desnaturalizados. In J. L. Barbosa & E. Limonad (Eds.), *Ordenamento territorial e ambiental* (1st ed., pp. 171-179). Niterói: EDUFF.
- Elofsson, K., Hiron, M., Kačergytė, I., & Pärt, T. (2023). Ecological compensation of stochastic wetland biodiversity: national or regional policy schemes? *Ecological Economics*, 204, 107672. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107672>
- Everard, M., Kangabam, R., Tiwari, M. K., McInnes, R., Kumar, R., Talukdar, R. H., Dixon, H., Joshi, P., Allan, R., Joshi, D., & Das, L. (2019). Ecosystem service assessment of selected wetlands of Kolkata and the Indian Gangetic Delta: multi-beneficial systems under differentiated management stress. *Wetlands Ecology and Management*, 27(2-3), 405-426. <https://doi.org/10.1007/s11273-019-09668-1>
- Everard, M., Bradley, P., Ogden, W., Piscopiello, E., Salter, L., Herbert, S., & McInnes, R. (2022). Reassessing the multiple values of lowland British floodplains. *The Science of the Total Environment*, 823, 153637. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153637>
- Hurkmans, R. T. W. L., Terink, W., Uijlenhoet, R., Moors, E. J., Troch, P. A., & Verburg, P. H. (2009). Effects of land use changes on streamflow generation in the Rhine basin. *Water Resources Research*, 45(6), 2008WR007574. <https://doi.org/10.1029/2008WR007574>
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. In S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis & C. N. Zayas (Eds.), *IPBES secretariat* (56 p.). Bonn: IPBES.
- Jin, G., Wang, P., Zhao, T., Bai, Y., Zhao, C., & Chen, D. (2015). Reviews on land use change induced effects on regional hydrological ecosystem services for integrated water resources management. *Physics and Chemistry of the Earth Parts A/B/C*, 89-90, 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.10.011>
- Lourenço, I. B., Veról, A. P., Miguez, M. G., & Britto, A. L. N. P. (2015). Rios urbanos e paisagens multifuncionais: estudo de caso – Rio Dona Eugênia. *Paisagem e Ambiente*, 36(36), 91-115. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i36p91-115>
- Magwaza, S. T., Magwaza, L. S., Odindo, A. O., & Mditshwa, A. (2020). Hydroponic technology as decentralised system for domestic wastewater treatment and vegetable production in urban agriculture: A review. *The Science of the Total Environment*, 698, 134154. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134154>
- Marques, G. F., Formiga-Johnsson, R. M., Oliveira, P. P. F., Molejon, C., & Braga, C. F. C. (2022). Os serviços de gestão de recursos hídricos. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 19(1), e1. <https://doi.org/10.21168/rega.v19e1>
- McInnes, R. J., & Everard, M. (2017). Rapid Assessment of Wetland Ecosystem Services (RAWES): an example from Colombo, Sri Lanka. *Ecosystem Services*, 25, 89-105. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.03.024>
- Medeiros, A. T. (2022). *Avaliação da viabilidade técnica para revitalização de rios urbanos: estudo de caso Arroio Dilúvio* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Recuperado em 15 de fevereiro de 2024, de <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/253951>
- Millennium Ecosystem Assessment – MEA. (2005). *Ecosystems and human well-being: our human planet — summary for decision makers*. Recuperado em 15 de outubro de 2024, de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Nedkov, S., & Burkhard, B. (2012). Flood regulating ecosystem services - Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecological Indicators*, 21, 67-79. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.022>
- Price, K. (2011). Effects of watershed topography, soils, land use, and climate on baseflow hydrology in humid regions: A review. *Progress in Physical Geography*, 35(4), 465-492. <https://doi.org/10.1177/0309133311402714>
- Wang, S., Shentu, H., Yu, H., Wang, L., Wang, J., Ma, J., Zheng, H., Huang, S., Dong, L., & Wei, J. (2024). Impact of urbanization and land use on wetland water quality: A case study in Mengxi town. *Urban Climate*, 55, 101855. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101855>

- Valach, A. C., Kasak, K., Hemes, K. S., Anthony, T. L., Dronova, I., Taddeo, S., Silver, W. L., Szutu, D., Verfaillie, J., & Baldocchi, D. D. (2021). Productive wetlands restored for carbon sequestration quickly become net CO<sub>2</sub> sinks with site-level factors driving uptake variability. *PLoS One*, *16*(3), e0248398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248398>
- Xia, S., Xue, Z., Dong, S., Wu, H., Yu, X., & Hao, X. (2024). Identification and scoring of conservation gaps in wetlands of China's coastal provinces: implications for extending protected areas. *Journal of Environmental Management*, *358*, 120865. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120865>

**Contribuições dos autores:**

Vinicius Krebs: conceitualização, metodologia, coleta e análise de dados, análise formal, escrita.

Lúcia Helena Ribeiro Rodrigues: conceitualização, análise formal, escrita, revisão, supervisão.

Jucimara Andreza Rigotti: conceitualização, análise formal, escrita, revisão, supervisão.