

# fepam em revista

ISSN 1980 797X  
ISSN1982-2162 online



Revista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler

VOLUME 17 • NÚMERO 2 • julho a dezembro de 2025



## Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler

Diretor Presidente  
Renato das Chagas e Silva

Diretor Técnico  
Gabriel Simioni Ritter

Diretor Administrativo  
Almir Azeredo Ramos Junior

### FEPAM em Revista v.17 n.2, 2025

Publicação periódica de divulgação técnico-científica da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM, órgão da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul.

#### Missão

Estimular a documentação e a divulgação dos conhecimentos e informações produzidas na Fundação, divulgar estudos nos campos das ciências ambientais e ações de gestão ambiental, contribuindo para a atualização e o fortalecimento do setor ambiental, e o crescimento da consciência ambiental na Sociedade.

**FEPAM em Revista** é editada e organizada inteiramente pela **Comissão Editorial** da FEPAM. Os artigos assinados são de responsabilidade de seus autores.

#### Comissão Editorial

**Coordenadora:** Sílvia Maria Jungblut

**Secretário:** Arno Leandro Kayser

Cassiano de Oliveira Cavalheiro, Kátia Helena Lipp Nissinen, Nina Rosa Rodrigues, Rossana Vicente Goulart, Taison Anderson Bortolin, Vivian Regina Flôres Araújo

#### Revisores *ad hoc* colaboradores desta edição

Carlos Augusto B. Peixoto (Serviço Geológico Brasileiro); Horst Mittinger Junior (SENAI); Juliano Rodriguez Gimenez (UCS); Jorge Augusto Berwanger Filho, Leonardo Torres da Silva, Mônica Benetti Barbosa, Vanessa Isabel Rodrigues dos Santos e Vinicius Silva Fiorentin (FEPAM)

**Diagramação:** Roberto Hiroito Pieri Masuyama

**Projeto gráfico original:** Letraria

**Capa:** Cânion das Pedras Brancas, fotografia de Mariano Pairet

**Endereço Eletrônico** <http://www.fepam.rs.gov.br/fepam-em-revista>

#### Endereço para Correspondência

Rua Borges de Medeiros, 261, FEPAM, Porto Alegre – RS- CEP 90020-021 - Brasil  
*e-mail:* [comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br](mailto:comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br)

#### Publicação indexada internacionalmente por CAB ABSTRACTS

F383 Fepam em Revista: revista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler / FEPAM. – vol. 1, n.1 (2007) - . Porto Alegre: FEPAM 2007-

Semestral  
ISSN 1980-797X / ISSN 1982-2162 *online*

1. Proteção Ambiental - Periódico 2. Meio Ambiente – Periódico  
I. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler.

Ficha catalográfica elaborada por Sílvia Maria Jungblut CRB 10/644

## Sumário

<b>Editorial.....</b>	<b>4</b>
<b>Artigos .....</b>	<b>5</b>
<b>Gestão do Lodo de Estação de Tratamento de Água (LETA) - análise do cenário no Rio Grande do Sul .....</b>	<b>5</b>
<i>Natan Ruan Machado, Elis Horn, Maria Cristina de Almeida Silva</i>	
<b>Produção mais limpa em curtumes: racionalização do uso de produtos químicos para redução da carga poluente dos efluentes líquidos de processo.....</b>	<b>18</b>
<i>Paulo Ricardo Uez, Éverton Hansen, Marco Antônio Siqueira Rodrigues, Patrice Monteiro de Aquim</i>	
<b>MTR on line no estado do Rio Grande do Sul: métricas após implementação.....</b>	<b>32</b>
<i>Giulia Dorneles Barbieri de Campos, Daiana Maffessoni</i>	
<b>A Geodiversidade no planejamento e licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul.....</b>	<b>44</b>
<i>Tanice Cristina Kormann, Glaucus Vinicius Biasetto Ribeiro, Jaqueline Dickel Bilhar, Rafael Fernandes e Silva, Rafael Midugno, Luciana Regina Petry Anele, Claudia Bos Wolff</i>	
<b>Notícias .....</b>	<b>56</b>
<b>Protagonismo Climático: Sema e Fepam integram a comitativa gaúcha na COP30 em Belém.....</b>	<b>56</b>
<b>Bibliografia comentada.....</b>	<b>57</b>
<b>South Brazilian grasslands.....</b>	<b>57</b>
<b>Flora do Pampa - Guia de Espécies da Fauna e Flora do Bioma Pampa no Estado do Rio Grande do Sul.....</b>	<b>58</b>
<b>Normas para publicação .....</b>	<b>59</b>

# Editorial

Com enorme satisfação, estamos publicando *FEPAM em Revista* v.17 n. 2. Este segundo número no ano de 2025 permite uma volta à periodicidade semestral da revista, após alguns anos de edições anuais. É, portanto, motivo para celebrarmos e agradecermos aos autores que têm contribuído com interessantes trabalhos.

Nesta edição, contamos com o artigo *A geodiversidade no planejamento e licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul* que revisa a temática e apresenta a cronologia das discussões sobre a conservação do patrimônio geológico e das pesquisas que resultaram em uma Diretriz Técnica da FEPAM definindo os procedimentos para identificação e avaliação de geossítios e sítios da geodiversidade em processos de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul.

Relacionando a foto da capa desta edição ao tema da conservação do geopatrimônio, destacamos, dentre as paisagens da rica geodiversidade de nosso Estado, o Cânion das Pedras Brancas, situado no interior do município de Três Forquilhas, na região da Serra do Mar.

O artigo *MTR Online no estado do Rio Grande do Sul: métricas após implementação* enfoca as normativas legais e os resultados obtidos desde a regulamentação e implantação pela FEPAM, em 2018, da atual plataforma digital de emissão de Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR, parte fundamental do sistema de gerenciamento e controle da movimentação de resíduos sólidos no RS.

Conforme indicado no título, o artigo *Produção mais limpa em curtumes: racionalização do uso de produtos químicos para redução da carga poluente dos efluentes líquidos de processo* apresenta as metodologias testadas em um estudo experimental e os promissores resultados alcançados para aplicação na indústria do couro, tanto em termos ambientais como em qualidade do produto final.

O Artigo *Gestão do Lodo de Estação de Tratamento de Água* destaca o estado da arte desse tema no Estado do RS.

Na Seção Literatura Comentada destacamos duas obras sobre o nosso Pampa

Lembramos que nesse mês de novembro ocorre, com participação do Estado do RS, a 30ª Convenção do Acordo das Partes para o Clima, a COP 30. É a primeira vez que a COP ocorre no Brasil de terá como sede a cidade de Belém do Pará. Desejamos muito sucesso nas discussões e acordos multilaterais entre os cerca de 198 países aguardados como participantes neste evento, os quais definirão direcionamentos e metas para o enfrentamento da crise climática e um futuro sustentável ao nosso Planeta.

Por fim, gostaríamos de ressaltar que esta edição homenageia o aniversário de nosso patrono Henrique Luiz Roessler, nascido em 16 de novembro de 1896, razão pela qual está sendo publicada neste período.

Desejando a todos uma boa leitura, esperamos que compartilhem *FEPAM em Revista* e enviem contribuições para o contínuo fortalecimento da missão deste veículo dedicado à divulgação técnico-científica ambiental.

**Comissão Editorial da FEPAM**

# Artigos

## Gestão do Lodo de Estação de Tratamento de Água (LETA) – análise do cenário no Rio Grande do Sul

Natan Ruan Machado<sup>1\*</sup>, Elis Mesquita Horn<sup>1</sup>,  
Maria Cristina de Almeida Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Pesquisas Hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH – UFRGS).  
Avenida Bento Gonçalves, 9500 - Prédio 44302 - Agronomia, RS, 91501-970.  
\*Autor para correspondência, email: natan.ruan@gmail.com

### RESUMO

O crescimento populacional e o aumento da demanda por produtos e serviços elevam a pressão sobre os recursos hídricos e a necessidade de tratamento da água para consumo humano. As Estações de Tratamento de Água (ETAs) utilizam operações unitárias e produtos químicos para remover sólidos, microrganismos e matéria orgânica, garantindo água potável para a população. Durante esse processo, é gerado o Lodo de Estação de Tratamento de Água (LETA), resíduo sólido cuja composição varia de acordo com os coagulantes utilizados, podendo conter metais como ferro e alumínio. No Brasil, embora existam normas que regulam a gestão de resíduos sólidos, a disposição ambientalmente adequada do LETA ainda apresenta desafios, sendo frequentemente direcionado a cursos d'água, o que potencializa impactos ambientais. Nesse contexto, o presente trabalho realizou um levantamento sobre o gerenciamento do LETA pelas concessionárias e órgãos públicos de saneamento no Estado do Rio Grande do Sul. Por meio de questionário enviado pela FEPAM, foram coletadas informações sobre o tratamento de água, a geração, caracterização e destinação final do lodo, contribuindo para a compreensão das práticas adotadas e das lacunas existentes. Os resultados evidenciam variabilidade nas práticas de manejo do LETA, lacunas na caracterização química e baixa padronização de processos entre as ETAs, reforçando a necessidade de aprimoramento técnico e regulamentar para assegurar a gestão ambientalmente adequada desse resíduo e a proteção dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Lodo de ETA, tratamento de lodos, tratamento de água.

## Management of Water Treatment Plants Sludge (WTPS) – analysis of the situation in Rio Grande do Sul

### ABSTRACT

Population growth and the increasing demand for products and services put pressure on water resources and highlight the need for water treatment for human consumption. Water Treatment Plants (ETAs) use unit operations and chemical products to remove solids, microorganisms, and organic matter, ensuring potable water for the population. During this process, Water Treatment Plant Sludge (LETA) is generated, a solid residue whose composition varies according to the coagulants used, potentially containing metals such as iron and aluminum. In Brazil, although there are regulations governing the management of solid waste, the environmentally appropriate disposal of LETA still presents challenges, often being directed to water bodies, which increases environmental impacts. In this context, the present study conducted a survey on the management of LETA by sanitation companies and public agencies in the state of Rio Grande do Sul. Through a questionnaire sent by FEPAM, information was collected on water treatment, sludge generation, characterization, and final disposal, contributing to an understanding of the practices adopted and existing gaps. The results show variability in LETA management practices, gaps in chemical characterization, and low standardization of processes among ETAs, reinforcing the need for technical and regulatory improvements to ensure environmentally adequate management of this residue and the protection of water resources.

**Keywords:** Water treatment plant sludge, sludge treatment, water treatment.

## Introdução

São notórios os impactos dos centros urbanos na qualidade da água disponível para consumo, seja pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais nos corpos hídricos, como pela disposição inadequada de resíduos no ambiente. Ainda, no ambiente rural, a não conservação das áreas de preservação pode acarretar assoreamento dos recursos hídricos, promovendo aumento da concentração de partículas em suspensão na água. Esse cenário é agravado se considerado o crescimento populacional vivenciado nas últimas décadas, ampliando a demanda por produtos e serviços e, conseqüentemente, elevando o consumo de água. Nesse contexto, o tratamento da água se torna imprescindível na retirada dos poluentes orgânicos e particulados para viabilizar a utilização e o consumo pela população (FERREIRA FILHO, 2017).

Para conferir à água, captada de recursos hídricos, a qualidade desejada e regulamentada pelos órgãos competentes, as Estações de Tratamento de Água (ETAs) utilizam-se de processos unitários e produtos químicos para o tratamento. Esse tratamento consiste na realização sequencial de etapas de clarificação, de remoção de patógenos e de descarte dos sólidos e impurezas retirados da água, após a sua captação, seja em rios, lagos ou aquíferos (RICHTER, 2017).

Em processos convencionais de tratamento de água, são adicionados produtos químicos capazes de promover o equilíbrio do pH, a formação de flocos, a inativação de microrganismos e a oxidação da matéria orgânica. Entretanto, tais processos geram um resíduo denominado Lodo de Estação de Tratamento de Água (LETA) (CASTÃO, 2017).

O LETA é considerado um resíduo de composição variável, influenciada pelo tipo de coagulante empregado, geralmente à base de ferro e/ou alumínio, pelas características da água bruta e pela tecnologia utilizada nas unidades de tratamento. Essa heterogeneidade dificulta a padronização de soluções para seu manejo e destinação (MARTINS JÚNIOR et al., 2021).

De acordo com a **ABNT NBR 10004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação**, são considerados resíduos:

“os materiais nos estados sólido e semi-sólido resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, incluindo os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, os gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades inviabilizem seu lançamento em corpos hídricos ou redes de esgoto”.

Portanto, o LETA se enquadra legalmente como um resíduo sólido, devendo ser gerido de forma adequada e ambientalmente segura.

“os materiais nos estados sólido e semi-sólido resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, incluindo os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, os gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades inviabilizem seu lançamento em corpos hídricos ou redes de esgoto”.

## Metodologia

Foi elaborado um questionário pela plataforma on-line Google Forms contendo perguntas para realizar o diagnóstico da gestão do lodo das ETAs existentes nos SAA do Rio Grande do Sul. Em novembro de 2021 este formulário foi enviado por e-mail a 12 Concessionárias e Órgãos Públicos de Saneamento do Estado, solicitando-se o seu preenchimento e informando que as informações serviriam de subsídio para futura elaboração de normativa, com objetivo de regradar a gestão do LETA. O email foi direcionado aos endereços eletrônicos cadastrados nos contatos da FEPAM, como diretorias, secretarias, entre outros, para que fossem respondidos por funcionários com o conhecimento da operação das ETAs. O prazo máximo de resposta foi datado em março de 2022.

Dentre as perguntas incluídas no questionamento às Companhias, destacam-se:

- 1) Qual a vazão de captação da água bruta na ETA?
- 2) Qual é o produto químico aplicado na coagulação?
- 3) Qual é o volume de lodo gerado pela estação (caso haja a medição)?
- 4) Qual é a frequência de medição do volume de LETA gerado?
- 5) Qual é a frequência de remoção do lodo dos decantadores?
- 6) Existe algum tipo de tratamento do LETA (leito de secagem, centrífuga, aplicação no solo, entre outros)?
- 7) Qual é a destinação do LETA gerado?
- 8) Uma vez lançado em corpo hídrico, existe o monitoramento da qualidade da água no manancial após o lançamento? Qual a frequência do monitoramento?
- 9) Se lançado em corpo d'água, existe outorga para lançamento?
- 10) O LETA está incluído no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) da Companhia?
- 11) O LETA gerado está caracterizado quimicamente?

A lista das Companhias de Saneamento contatadas e que foram alvo da pesquisa supracitada está apresentada a seguir, bem como a cidade ou região em que estão localizadas:

- Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) - Regional;
- Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) - Porto Alegre;
- Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) - São Leopoldo;
- Companhia Municipal de Saneamento de Novo Hamburgo (COMUSA) - Novo Hamburgo;
- Autarquia Água de Ivoti - Ivoti;
- Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura (SAMAE) - Caxias do Sul;
- Departamento de Água e Esgoto de Bagé (DAEB) - Bagé;
- São Gabriel Saneamento – São Gabriel;
- BRK Ambiental – Uruguaiana;
- Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) - Pelotas;
- Departamento de Água e Esgotos (DAE) – Santana do Livramento;
- Serviço Municipal de Água e Esgoto (SEMAE) – Vera Cruz;

## Resultados e discussões

O presente questionário, voltado às concessionárias de abastecimento de água do estado, teve o total de 5 respostas registradas. Dos retornos recebidos, a seguir, são listadas as companhias, as quais responderam à pesquisa.

- COMUSA - Novo Hamburgo;
- SAMAE - Caxias do Sul;
- São Gabriel Saneamento - São Gabriel;
- DMAE - Porto Alegre;
- SEMAE-SL - São Leopoldo.

Além disso, destaca-se no Quadro 1, as concessionárias que responderam ao questionário, indicando o município atendido, a população com abastecimento de água e a respectiva porcentagem em relação à população total do Estado do Rio Grande do Sul.

Concessionária	Município	% de atendimento	% da população do RS
COMUSA	Novo Hamburgo	96,8%	2,04%
SAMAE	Caxias do Sul	97,84%	4,20%
São Gabriel Saneamento	São Gabriel	88,65%	0,48%
DMAE	Porto Alegre	99,98%	12,34%
SEMAE-SL	São Leopoldo	99,55%	2,00%

**Quadro 1** - População atendida por abastecimento de água pelas concessionárias pesquisadas e percentual em relação à população total do Rio Grande do Sul (Brasil, 2025).

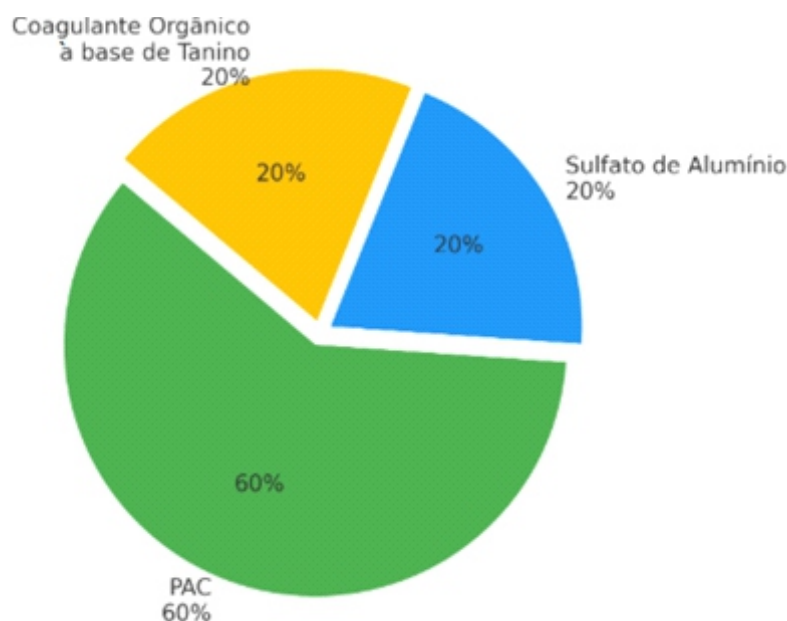
Com isso, na sequência, são enumeradas as perguntas realizadas no questionário, bem como as respostas obtidas.

### 1) Qual é a vazão de captação de água bruta da estação (em m<sup>3</sup>/s)?

- COMUSA: 0,76 m<sup>3</sup>/s;
- SAMAE: média de 0,33 m<sup>3</sup>/s;
- São Gabriel Saneamento: 0,14 m<sup>3</sup>/s;
- DMAE: 7,73 m<sup>3</sup>/s (equivalente a todas as estações existentes na cidade de Porto Alegre);
- SEMAE-SL: 1 m<sup>3</sup>/s.

### 2) Qual é o produto químico utilizado no tratamento?

Na figura 1 é ilustrado gráfico, o qual apresenta a porcentagem de uso de cada coagulante no tratamento de água pelas concessionárias que participaram da pesquisa.



**Figura 1-** Porcentagem de utilização de cada coagulante.

Salienta-se que a única ETA a qual utiliza o coagulante orgânico, à base de tanino, é a da COMUSA em Novo Hamburgo.

### 3) É realizada a medição do volume de lodo gerado?

Verificou-se que a maioria das empresas de saneamento não realiza a medição do volume de LETA produzido. Do total de respostas obtidas, 80% das concessionárias informaram não medir a quantidade de lodo gerado, enquanto apenas 20% declararam realizar essa prática.

### 4) Qual é a frequência de medição?

A São Gabriel Saneamento é a única empresa que realiza a medição do volume de lodo produzido, sendo este medido mensalmente.

### 5) Qual é o volume estimado de lodo úmido ( $m^3/mês$ )?

A seguir são reportados os volumes estimados e informados por cada uma das concessionárias que participaram da pesquisa.

- COMUSA: 2.000  $m^3/mês$ ;
- SAMAE: 1.000  $m^3/mês$ ;
- São Gabriel Saneamento: 100  $m^3/mês$ ;
- DMAE: 2.709,288 t/mês (calculado como um lodo com 20% de umidade);
- SEMAE-SL: 2.460  $m^3/mês$ .

Obs.: Considerando a densidade média do lodo como 1.067  $kg/m^3$  (RICHTER, 2001), estima-se o volume de lodo úmido produzido pelo DMAE em aproximadamente

## 6) Qual é o volume estimado de lodo seco (m<sup>3</sup>/mês)?

São reportados, a seguir, os volumes estimados de lodo seco informados pelas Companhias.

- COMUSA: o lodo não é desidratado;

- SAMAE: 240 m<sup>3</sup>/mês;

São Gabriel Saneamento: 20 m<sup>3</sup>/mês;

- DMAE: 541,86 t/mês (estimado)

- SEMAE-SL: o lodo não é desidratado.

Obs.: Considerando a densidade média do lodo como 1.067 kg/m<sup>3</sup>(RICHTER, 2001), estima-se o volume de lodo seco produzido pelo DMAE em aproximadamente 507.

## 7) Qual é a frequência de remoção do lodo dos decantadores (diária, semanal, quinzenal...)?

No Quadro 2 é apresentada a frequência de remoção do LETA dos decantadores em cada uma das empresas alvo da pesquisa.

		Semanal	Mensal	Trimestral	Bimestral	Anual	Continua
COMUSA							
SAMAE							
SAO GABRIEL							
DMAE	Moinhos de Vento*						
	Moinhos de Vento**						
	Menino Deus						
	Tristeza						
	Sao Joao***						
	Belem Novo***						
SEMAE-SL							

**Quadro 2** – Frequência da remoção do LETA dos decantadores. \*decantadores menores; \*\* decantadores maiores; \*\*\*extração de lodo contínua, sistema Super Pulsator. Limpeza geral a cada 5 anos.

### 8) Existe algum tipo de tratamento do lodo (leito de secagem, centrífuga, aplicação em solo...)?

As respostas obtidas a respeito da existência ou não existência de Unidade de Tratamento de Resíduos (UTR) em cada empresa, bem como a descrição da UTR utilizada pela concessionária (em caso positivo) foram:

- COMUSA: não existe tratamento;
- SAMAE: centrífuga;
- São Gabriel Saneamento: desidratação em sacos geotêxteis;
- DMAE: não existe tratamento;
- SEMAE-SL: não existe tratamento.

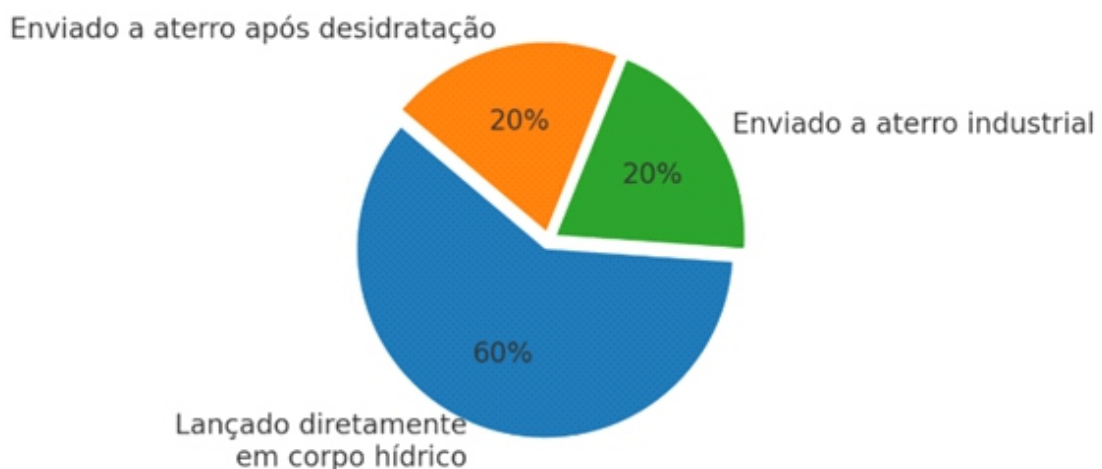
### 9) No caso de existência de unidade de tratamento, para onde é encaminhado o efluente final?

As destinações dadas ao efluente final gerado na UTR em cada Companhia, que foram reportadas pelos responsáveis, são:

- COMUSA: não há existência de unidade de tratamento;
- SAMAE: retorno ao tratamento; em casos em que as condições são desfavoráveis ao tratamento é disposto em solo;
- São Gabriel Saneamento: caixa de mistura rápida da ETA;
- DMAE: não há existência de unidade de tratamento;
- SEMAE-SL: não há existência de unidade de tratamento.

### 10) Qual a destinação aplicada ao lodo?

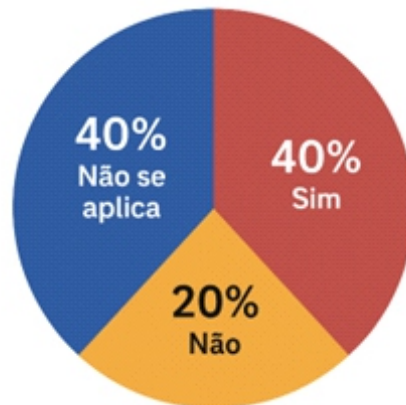
Na Figura 2 são apresentados, em percentuais, os destinos finais do LETA, conforme respostas dadas pelas companhias que participaram da pesquisa. Destaca-se que 60% das concessionárias entrevistadas lançam o resíduo em corpo hídrico sem nenhum tipo de tratamento.



**Figura 2-** Destino final do lodo de ETA no Rio Grande do Sul.

### 11) Se lançado em corpo d'água, é feito o monitoramento do recurso hídrico após o lançamento?

São apresentados na os resultados obtidos no questionamento sobre a existência de monitoramento de corpo hídrico, em caso de lançamento do LETA em corpo d'água, em termos percentuais. Nesse sentido, a situação descrita como “não se aplica” foi aplicada para casos em que não há o despejo de lodo em recurso hídrico.



**Figura 3-** Porcentagem de empresas que realizam o monitoramento de corpo hídrico em caso de lançamento do LETA.

### 12) Se sim, qual a frequência do monitoramento no corpo receptor (diária,

As frequências de monitoramento realizado no corpo receptor por cada concessionária de abastecimento de água, de acordo com as respostas obtidas, são:

- COMUSA: mensal;
- SAMAE: não há lançamento em corpo hídrico;
- São Gabriel Saneamento: não há lançamento em corpo hídrico;
- DMAE: não é realizado o monitoramento do corpo receptor;
- SEMAE-SL: semestral.

### 13) Caso sim, existe outorga de lançamento?

No questionamento realizado sobre a existência de outorga para o lançamento do LETA, observou-se que **nenhuma empresa declarou possuir a autorização**. Do total de respostas, **60% informaram não possuir outorga e 40% indicaram que a questão “não se aplica”,** em casos nos quais não há despejo do lodo em corpos hídricos.

### 14) Quais os padrões para lançamento definidos na outorga?

Considerando que nenhuma companhia possui outorga, nenhuma resposta foi registrada para esta pergunta.

### 15) O lodo é incluído no Plano de Resíduos Sólidos da Companhia?

Na questão referente à inclusão do LETA nos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) das concessionárias de saneamento participantes da pesquisa, verificou-se que **80% declararam contemplar o resíduo em seus planos**, enquanto **20% informaram não incluí-lo**.

### 16) O lodo está caracterizado quimicamente?

Com relação à caracterização química do LETA, observou-se que **80% das concessionárias declararam realizar essa prática**, enquanto **20% afirmaram não a executar**.

### 17) Quais os principais parâmetros desta caracterização?

As respostas reportadas pelas concessionárias que participaram da pesquisa são apresentadas a seguir.

- COMUSA: Informou-se as referências descritas a seguir. Entretanto, nenhum parâmetro foi reportado pela companhia.

- ABNT NBR 10004 - Massa Bruta;

- ABNT NBR 10004 - Anexo F (Lixiviados);

- ABNT NBR 10004 - Anexo G (Solubilizados) - Resíduo Classe II A – Não Inerte.

- SAMAE: não há caracterização;

- São Gabriel Saneamento: Alumínio, ferro e manganês;

- DMAE:

- **Caracterização e classificação do lodo – Massa Bruta:** Ponto de Fulgor ou inflamabilidade; Óleos e Graxas; Paint Filler (Determinação de Líquido Livre); Cianeto Total; Sulfeto Total; Fósforo Total; pH; Sólidos voláteis e totais % p/p.

- **Caracterização e classificação do lodo – Lixiviado:** Tempo de lixiviação; Fluoreto Total; pH; Arsênio; Bário; Cádmio; Chumbo; Cromo; Mercúrio; Prata Total; Selênio; 1,4 – Diclorobenzeno; 2,4-D; 2,4,6 – Triclorofenol; 2,4,5 – Triclorofenol; 2,4,5-T; ✓ 2,4,5-TP; Pentaclorofenol; Cresol Total; Benzeno; Benzo[a]Pireno; Monoclorobenzeno (clorobenzeno); Lindano (gama-BHC); Aldrin; cis-Clordano (alfa-clordano); gama-Clodano (trans-clordano); DDT (isômeros); Dieldrin; Endrin; Heptacloro; Heptacloro Epóxido; Hexaclorobenzeno; Metoxicloro; Toxafeno; Cloreto de Vinila; Clorofórmio; 1,2-Dicloroetano; 1,1-Dicloroetileno; 2,4-Dinitrotolueno; Hexaclorobutadieno; Hexacloroetano; Metiletilcetona; Nitrobenzeno; Piridina; Tetracloroeto de Carbono; Tetracloroetileno; Tricloroetileno.

- Surfactantes; Cianeto Total; Cloreto Total; Sulfato total; Fluoreto Total; Nitrogênio

- ✓ Nitrato; pH; Ferro; Alumínio; Manganês; Sódio Total; Arsênio; Bário;

A partir do que foi exposto, destaca-se que os resultados do questionário aplicado às concessionárias e órgãos públicos de saneamento do Rio Grande do Sul revelam lacunas significativas no gerenciamento do LETA. Observa-se que apenas cinco das doze entidades contatadas responderam à pesquisa, evidenciando dificuldades na obtenção de informações confiáveis e a necessidade de maior conscientização das empresas sobre a importância de fornecer dados para subsidiar políticas públicas e monitoramento ambiental. A baixa taxa de resposta também indica que grande parte das ETAs pode estar operando sem registro sistemático de volumes de lodo, frequência de remoção e características químicas do LETA, comprometendo a avaliação do impacto ambiental e dificultando a adoção de práticas de gestão sustentáveis.

Entre as empresas que responderam, verificou-se grande variabilidade na geração de lodo e nas técnicas de tratamento aplicadas. Algumas ETAs não realizam qualquer tipo de desidratação, enquanto outras utilizam centrífugas ou sacos geotêxteis, refletindo diferenças tecnológicas, capacidade operacional e prioridades institucionais. Da mesma forma, a caracterização química do LETA ainda é limitada, com poucas companhias realizando análises detalhadas de metais e parâmetros críticos. Essa heterogeneidade evidencia a falta de padronização de procedimentos, dificultando o manejo ambientalmente adequado do resíduo e comprometendo o cumprimento das normas legais, como a NBR 10004/2004, a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a legislação ambiental relacionada à proteção de corpos hídricos.

Apesar dessas limitações, os dados obtidos permitem identificar padrões relevantes de gestão do LETA e apontam oportunidades para melhorias. A frequência de remoção, a utilização de unidades de tratamento quando existentes e a destinação final do resíduo são informações que podem subsidiar ações voltadas à implementação de tecnologias alternativas, como aplicação na construção civil, por exemplo. Ademais, o levantamento evidencia a necessidade de fortalecimento da fiscalização, criação de bancos de dados confiáveis e incentivo à padronização de práticas entre as concessionárias, medidas fundamentais para mitigar os impactos ambientais gerados durante o processo de tratamento de água.

### **Considerações finais**

A pesquisa realizada com concessionárias e órgãos públicos de saneamento do Rio Grande do Sul evidencia a problemática da gestão do LETA no estado. Os resultados demonstram lacunas significativas no monitoramento, tratamento e destinação final do resíduo, reforçando que a falta de informações detalhadas compromete a avaliação do impacto ambiental e a efetividade das normas vigentes, como a NBR 10004:2004, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) e a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), que regulam a gestão adequada de resíduos e vedam seu lançamento em corpos hídricos, assegurando a proteção ambiental e a saúde pública.

O questionário enviado pela FEPAM não foi de caráter obrigatório, mas teve a intenção de estimular a adesão das concessionárias e conscientizá-las sobre a importância do registro e gestão do LETA. Apesar disso, a baixa taxa de respostas evidencia desafios na obtenção de dados confiáveis. A ausência de informações de diversas empresas limita a representatividade dos resultados, demonstrando a necessidade de mecanismos mais robustos de controle, fiscalização e coleta sistemática de dados, essenciais para avaliar os impactos ambientais e subsidiar políticas públicas eficazes para estes empreendimentos.

É importante destacar que o volume de lodo produzido não se relaciona unicamente ao tamanho da população atendida, mas também à qualidade do curso hídrico de captação em relação ao material flutuante. Fatores como assoreamento, desmatamento das matas ciliares e acúmulo de resíduos sólidos contribuem significativamente para o aumento do volume de lodo gerado, independentemente do número de habitantes atendidos.

Entre as informações obtidas, é possível identificar padrões de manejo do LETA, incluindo frequência de medição, tipos de tratamento aplicados e destinação final do resíduo. Observa-se que, em muitas ETAs, o lodo ainda é descartado sem tratamento adequado, ou sua caracterização química é incompleta. Isso evidencia a necessidade de tecnologias alternativas e sustentáveis, como desidratação para produção de tijolos ou uso controlado na agricultura ou disposição segura em aterros licenciados, entre outros.

Diante disso, conclui-se que, embora a pesquisa tenha fornecido informações relevantes sobre o gerenciamento do LETA no estado, a problemática permanece significativa. Para alcançar uma gestão ambientalmente adequada, é fundamental ampliar a conscientização das concessionárias, padronizar procedimentos, implementar tecnologias sustentáveis e fortalecer a aplicação da legislação vigente. A continuidade da coleta de dados e a criação de bancos de informações atualizados são essenciais para compreender o impacto do LETA, aprimorar sua gestão e garantir o cumprimento das normas ambientais.

### Agradecimentos

Deixamos um enorme agradecimento à Eng. Flo. Clarice Glufke, Analista da DISA/FEPAM, por todo o auxílio prestado durante a execução do presente trabalho.

E por fim, reiteramos nossa gratidão à FEPAM pela experiência proporcionada durante o estágio, pelo incentivo à pesquisa e por possibilitar a publicação deste artigo acadêmico.

### Referências bibliográficas

- ACHON, C L; SOARES, L V ; MEGDA, C R. Impactos Ambientais Provocados Pelo Lançamento in Natura De Lodos Provenientes De Estações De Tratamento De água. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*,. Campo Grande – MS. 2005.
- AGOSTINI, M . A influência da pluviometria na adição de lodo de estação de tratamento de água em cerâmica vermelha. *In: FÓRUM NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS*. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**. 2004.
- BITTENCOURT, Simone; SERRAT, Beatriz Monte; AISSE, Miguel Mansur; *et al*. Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 17, n. 3, p. 315–324, 2012.
- BRASIL. Lei Federal Nº 9.433 De 08 De Janeiro De 1997. Política Nacional De Recursos Hídricos.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.605 De 12 De Fevereiro De 1998. Lei Dos Crimes Ambientais.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. Lei Federal Nº 14.026 De 15 De Julho De 2020. Novo Marco Legal Do Saneamento Básico.

CASTÃO, Edvan Silva. Reúso De Lodo De Estação De Tratamento De Água Na Fabricação De Tijolos cerâmicos. *In: CONGRESSO ABES - FENASAN*. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução No 357, De 17 De Março De 2005.**

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução No 396, De 03 De Abril De 2008.**

DI BERNARDO, L. **Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** São Carlos: LDiBe, 2012.

FERREIRA FILHO, Sidney Seckler. **Tratamento De Água : concepção, Projeto E Operação De Estações De tratamento.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos E Científicos , 2017.

FERREIRA, P ; MORITA, D M. Análise Comparativa Sobre as Formas De Disposição Do Lodo Nas Estações De Tratamento De Água (ETAs), Nos Estados Unidos, França, Noruega, Reino Unido E Brasil. **Revista Brasileira De Direito Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 103–124, 2009.

FERREIRA, Reinaldo P; MOREIRA, Adônis ; JOAQUIM , B. **Toxidez De Alumínio Em Culturas anuais.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Estado De Minas Gerais.** 2022.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER. **Termo De Compromisso Ambiental - TCA Celebrado Entre a FEPAM E a Companhia Riograndense De Saneamento - CORSAN - Através Do Processo Administrativo Nº 16029.0567/13-0.** 2016.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER. **Informação Técnica (IT) Nº 59 De 06 De Fevereiro De 2020.**

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER. **Informação Técnica (IT) nº 124/2018.**

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER. **Informação Técnica (IT) nº 243 de 27 de agosto de 2021.**

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER. **Portaria nº87/2018, Atualizada Pela Portaria Nº 12/2020.**

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento – SNIS. Municípios E saneamento: Rio Grande Do Sul.** 2022. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/rs>>. Acesso em: 10 set. 2025.

LUIZ DI BERNARDO; ANGELA DI BERNARDO ; PAULO LUIZ CENTURIONE, FILHO. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** São Carlos Rima, 2002.

MARTINS JÚNIOR, Antônio Carlos de Oliveira . Teor De Sólidos E Manejo De LETA De Diferentes Tecnologias De tratamento. *In*: **ENCONTRO NACIONAL DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA.** 2021.

RICHTER, C A. **Tratamento De Água – concepção, Projeto E Operação De Estações De Tratamento.** Livros Técnicos E Científicos , 2017.

RICHTER, Carlos A. **Tratamento de lodos.** Edgard Biucher Ltda, 2001.

SILVA NETO, Geraldo Cruz e; MORAIS, Samuel Nunes; COSTA, Felipe Henrique de Araujo; *et al.* O Nível De Concentração De Alumínio Na Água Como Fator De Risco Para O Desenvolvimento Da Doença De Alzheimer. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 5, p. 15324–15339, 2020.

# Produção mais limpa em curtumes: racionalização do uso de produtos químicos para redução da carga poluente dos efluentes líquidos de processo

Paulo Ricardo Uez<sup>1</sup>, Éverton Hansen<sup>2,3\*</sup>,  
Marco Antônio Siqueira Rodrigues<sup>1,3</sup>, Patrice Monteiro de Aquim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, Brasil <sup>2</sup>SELAI/DICOPI, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler – FEPAM, Porto Alegre, Brasil.

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Qualidade Ambiental, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, Brasil

\* Autor para correspondência: everton-hansen@fepam.rs.gov.br

---

## RESUMO

A indústria do couro utiliza elevados volumes de água e produtos químicos em seu processo produtivo. Os produtos químicos adicionados são parcialmente retidos pelo couro. As frações remanescentes nos banhos de processo são descartadas nos efluentes líquidos, provocando características como baixa biodegradabilidade, elevada condutividade e presença de sais, o que leva a busca dos curtumes por soluções que minimizem este impacto. Assim, este estudo teve como objetivo reduzir a carga poluente de efluentes líquidos de acabamento molhado por meio da redução da dosagem de produtos químicos nos banhos de processo, sem alterar a qualidade do produto final (couro). A metodologia desta pesquisa consistiu em: selecionar uma formulação de acabamento molhado utilizada no curtume em estudo, propor reduções na oferta de produtos químicos em escala piloto e industrial, avaliar os banhos residuais gerados nos processos em termos de demanda química de oxigênio, sólidos dissolvidos totais e condutividade, e realizar testes físico-mecânicos e organolépticos nos couros produzidos a partir das formulações em estudo. Com a pesquisa, foi possível apresentar ao curtume uma formulação otimizada, que resultou em um couro com avaliação organoléptica equivalente ao produto obtido pelo processo original, atingindo as exigências de qualidade das normas vigentes para os parâmetros físicos-mecânicos de resistência à tração, ao rasgamento e ao alongamento. Os efluentes líquidos apresentaram uma redução de 33% na condutividade, 37% na concentração de sólidos dissolvidos totais e 57% na demanda química de oxigênio.

**Palavras-chave:** Curtume, acabamento molhado, efluentes líquidos, produção mais limpa.

## Cleaner production in tanneries: rationalization of chemicals' use to reduce the pollution load of raw wastewater

### ABSTRACT

The leather industry uses relevant volumes of water and chemicals in the production process. Chemicals are partially retained by the leather. The remaining fractions of chemicals in the process floats are discarded as wastewater, causing characteristics such as low biodegradability, high conductivity, and the presence of salts, which leads tanneries to search for solutions that minimize this impact. This study aimed to reduce the pollution load of raw wastewater from post-tanning process by decreasing the dosage of chemicals in the process floats, without altering the quality of the final product (leather). The methodology consisted of: selecting a post-tanning formulation used in the studied tannery, proposing reductions in the supply of chemicals on a pilot and industrial scale, evaluating the residual floats generated in the processes in terms of chemical oxygen demand, total dissolved solids and conductivity, and performing physical-mechanical and organoleptic tests on the leather produced from the formulations. An optimized formulation was presented to the tannery, which resulted in leather with an organoleptic evaluation equivalent to the product obtained through the original process, meeting the quality requirements of current standards for the physical-mechanical parameters of tensile strength, tear strength, and elongation. The raw wastewater showed a 33% reduction in conductivity, 37% in the concentration of total dissolved solids and 57% in chemical oxygen demand.

**Keywords:** Tannery, post-tanning, wastewater, cleaner production.

## Introdução

A indústria do couro e seus produtos tem um papel relevante na economia global, com um valor comercial estimado em 80 bilhões de dólares anuais (Sivaram; Barik, 2019). Esse setor é particularmente importante para a economia de países em desenvolvimento, como Brasil, China e Índia (Bharagava; Mishra, 2018), sendo que o Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo (Embrapa, 2023). O estado do Rio Grande do Sul se destaca como o maior exportador de couro do país, representando 26,7% das exportações brasileiras (CICB, 2023), e possuindo o maior número de unidades produtivas (CICB, 2024). A produção de couro e a fabricação de artefatos de couro e calçados são segmentos tradicionais na indústria gaúcha, historicamente, desenvolvidos na região do Vale dos Sinos e região Metropolitana de Porto Alegre (Rio Grande do Sul, 2020).

O processamento do couro envolve uma série de operações físico-químicas e mecânicas aplicadas à pele, utilizando água e produtos químicos orgânicos e inorgânicos (Teng et al., 2017). Esse processo gera resíduos sólidos e efluentes líquidos, exigindo que os curtumes busquem soluções inovadoras para minimizar seus impactos ambientais e cumprir com a legislação ambiental vigente.

Os curtumes podem ser classificados em três categorias principais: (i) curtumes integrados, que processam a pele verde ou conservada até obter o couro acabado; (ii) curtumes de ribeira e curtimento, que transformam a pele verde ou conservada em couro wet-blue; e (iii) curtumes de pós-curtimento e acabamento, que trabalham o couro wet-blue para produzir couros acabados, aplicando diversos tratamentos para atender às propriedades desejáveis no produto final. No estado do Rio Grande do Sul, a maior parte dos curtumes se concentra nas etapas de acabamento molhado e final do couro (Nunes et al., 2019). O acabamento molhado visa diferenciar o couro wet-blue para obter couros acabados padronizados, conferindo ao produto características como aspecto, textura, cor e propriedades físico-mecânicas. Durante esse processo, são utilizados produtos químicos como desacidulantes, taninos vegetais e sintéticos, resinas recorrentes, óleos naturais e sintéticos, surfactantes, corantes, auxiliares químicos e ácidos, garantindo as propriedades desejadas no couro (Ayoub et al., 2013; Ortiz-Monsalve et al., 2019; Piccin et al., 2016a). Esses produtos químicos não são totalmente absorvidos pelo couro durante o processamento, sendo parcialmente descartados nos efluentes líquidos brutos do curtume (Aquim, 2009; Bharagava et al., 2018; Moreira et al., 2019).

Alguns produtos químicos, como corantes, óleos e taninos, dificultam o tratamento de efluentes líquidos. Corantes, como os azoicos e complexos metálicos, inibem o crescimento da vida aquática (Mella et al., 2017) e conferem citotoxicidade aguda e crônica aos efluentes (Hansen et al., 2020). Óleos prejudicam a eficiência da transferência de oxigênio no tratamento aeróbio (Kalyanaraman et al., 2013) e também causam citotoxicidade aos efluentes (Hansen et al., 2020). Taninos naturais e sintéticos podem criar condições inibitórias para a biomassa em tratamentos biológicos (Agustini et al., 2018; Munz et al., 2009). Esses compostos contribuem para a geração de efluentes líquidos com baixa biodegradabilidade, altas concentrações de sólidos dissolvidos e suspensos, nitrogênio total e amoniacal, e demanda química de oxigênio (Hansen et al., 2021a; Hansen et al., 2021b).

A implementação de conceitos de produção mais limpa e prevenção da poluição pode contribuir para a redução da carga poluente dos efluentes brutos enviados às Estações de Tratamento de Efluentes Líquidos (ETEs). Esses conceitos, estabelecidos pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA, 1988), destacam a importância de reduzir ou eliminar os resíduos na fonte, em termos de volume, concentração e toxicidade, por meio de uma abordagem ambiental preventiva e integrada aos processos industriais. As medidas de prevenção da poluição e produção mais limpa trazem benefícios como a redução dos custos operacionais, a diminuição dos danos ecológicos resultantes da extração e beneficiamento de matérias-primas, a menor exposição dos funcionários a substâncias nocivas e a melhoria da imagem da empresa (El-Haggag, 2007). Nesse contexto, este estudo buscou otimizar o processo de acabamento molhado de um curtume que produz couros para calçados, reduzindo o consumo de insumos químicos através da análise das formulações, sem comprometer a qualidade do produto, com o objetivo de diminuir a carga poluente nos efluentes líquidos.

## Metodologia

A pesquisa foi realizada em parceria com um curtume localizado no estado do Rio Grande do Sul. A empresa processa aproximadamente 10.000 m<sup>2</sup> de couro por dia, gerando 600 m<sup>3</sup>/d de efluentes líquidos. O curtume disponibilizou suas formulações, bem como produtos químicos para a realização da pesquisa.

### Testes em Escala Piloto

A formulação selecionada para a otimização do processo representa 60% de toda a produção do curtume. A partir da formulação original selecionada, duas formulações otimizadas foram propostas, tendo como foco a redução da oferta dos insumos recorrentes e óleos de engraxe (curtente sintético, resina, agente engraxante e agente de enchimento), pois essas são as duas classes de produtos químicos com maior dosagem na formulação. Além disso, um estudo prévio (Hansen et al., 2020) verificou que os recorrentes (taninos sintéticos e vegetais) são responsáveis pela maior carga inorgânica nos efluentes de acabamento molhado, e os óleos de engraxe liberam a maior demanda química de oxigênio (DQO). A Tabela 1 apresenta a formulação original e as reduções na dosagem de produtos químicos propostas nas formulações otimizadas I e II.

**Tabela 1.** Formulações de acabamento molhado original e com otimizações.

Insumos	Formulação original (%) <sup>1</sup>	Formulação otimizada I (%) <sup>1</sup>	Formulação otimizada II (%) <sup>1</sup>
Água	760	760	760
Ácido Oxálico	0,2	0,2	0,2
Tensoativo	0,2	0,2	0,2
Neutralizante	4,2	4,2	4,2
<b>Curte sintético<sup>2</sup></b>	<b>19,0</b>	<b>13,0</b>	<b>10,5</b>
<b>Resina<sup>2</sup></b>	<b>8,5</b>	<b>5,5</b>	<b>5,5</b>
Cromo	6,0	6,0	6,0
<b>Agente engraxante<sup>2</sup></b>	<b>13,5</b>	<b>10,5</b>	<b>10,5</b>
<b>Agente de enchimento<sup>2</sup></b>	<b>3,0</b>	<b>2,0</b>	<b>2,0</b>
Ácido Formico	3,1	3,1	3,1
Fungicida	0,02	0,02	0,02
Somatório de insumos	57,72	44,72	42,22

<sup>1</sup> % de insumos definido sobre a massa de couro wet-blue submetido ao processo.

<sup>2</sup> Insumos que tiveram sua dosagem reduzida no banho de acabamento molhado.

Para avaliar e comparar as formulações original e otimizadas, foram realizados banhos de acabamento molhado em escala piloto, em um conjunto de fulões de aço inox, marca 7Way Impex, modelo GB R35-6 316L, com dimensão de tambor Ø350x150mm (Figura 1).



**Figura 1.** Conjunto de fulões para acabamento molhado em escala piloto.

A aplicação da formulação (Tabela 1) no couro ocorre em três etapas, sendo que cada etapa gera um banho residual, enviado à ETE. A primeira etapa consiste em um recurtimento catiônico seguido de neutralização, aplicando sal de cromo, recurtente sintético e neutralizante para fixação do cromo e preparo do couro para a etapa seguinte. A segunda etapa consiste no recurtimento aniônico com curtentes sintéticos, resina e agente de enchimento, tingimento e fixação com ácidos orgânicos. Já na terceira etapa são dosados agentes engraxantes e fixadores. Para avaliar os banhos residuais gerados nas três etapas de processamento do couro, foram realizados os testes de pH, condutividade e sólidos totais dissolvidos (STD), utilizando o equipamento multiparâmetro HQ40d da marca Hach, bem como análise de DQO (SM 5220 B, 2017).

Os couros obtidos das formulações original e otimizadas foram submetidos aos testes físico-mecânicos de tração (ISO 3376, 2014), alongamento (ISO 3376, 2014) e resistência ao rasgamento (ISO 3377-1, 2014), realizados na direção longitudinal e transversal do couro, em dinamômetro da marca Maqtest, modelo 011.

Os couros obtidos com as três formulações também foram submetidos a uma avaliação organoléptica que analisou subjetivamente a aparência dos couros quando à maciez, enchimento, flor e poros, utilizando método proposto por Kanth et al. (2009) e aplicado por Ritterbush et al. (2019). Foi estabelecida uma escala de 1 a 5, onde 1 é pior avaliação e 5 a melhor. Os couros foram avaliados por três técnicos com mais de 20 anos de experiência no setor coureiro.

### ***Testes em Escala Industrial***

Após realizados os testes em escala piloto, foi conduzido o teste em escala industrial em um fulão de madeira da marca Michelin, com dimensão do tambor de Ø2500x2500mm, no qual foram processados 50 m<sup>2</sup> de couro.

Os testes nesta escala são importantes, uma vez que nos fulões industriais a carga de couro é maior, bem como o diâmetro do equipamento, o que proporciona uma maior ação mecânica que resulta em uma melhor penetração dos produtos químicos no material. Para o teste em escala industrial, foi utilizada a formulação otimizada II, que apresentou melhores resultados nos testes piloto.

Para avaliar os banhos residuais, foram analisados pH, condutividade e STD (multiparâmetro HQ40d da marca Hach), bem como análise de DQO (SM 5220 B, 2017). Os couros obtidos com as formulações original e otimizada II foram submetidos aos testes físico-mecânicos de tração (ISO 3376, 2014), alongamento (ISO 3376, 2014) e resistência ao rasgamento (ISO 3377-1, 2014), realizados na direção longitudinal e transversal do couro, em dinamômetro da marca Maqtest, modelo 011, além de avaliação organoléptica (Kanth et al., 2009).

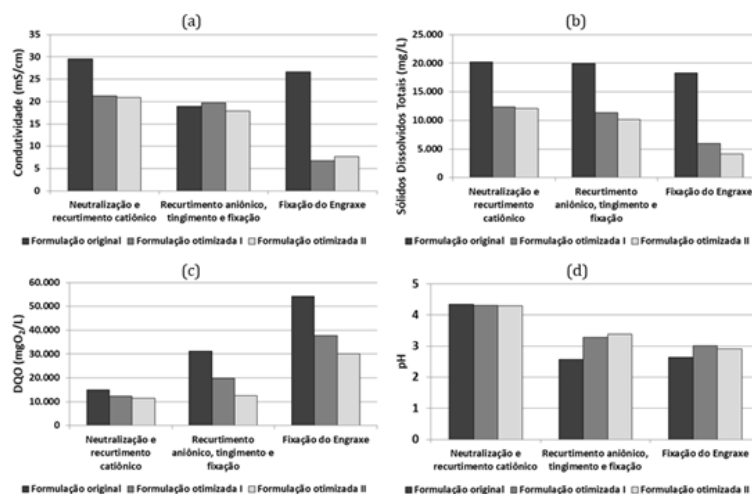
### *Avaliação da Qualidade dos Efluentes Líquidos Brutos na ETE*

Foram avaliados os efluentes líquidos brutos na chegada da ETE do curtume antes e após a otimização da formulação. Os efluentes líquidos foram analisados quanto à cor verdadeira (SM 2120, 2017), cromo total (ABNT NBR 13341: 2010), DQO (SM 5220 B, 2017), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (SM 5210 D, 2017), nitrogênio total Kjeldahl (NTK) (ABNT NBR 13347: 2015), nitrogênio amoniacal (NH<sub>3</sub>-N) (SM 4500 NH<sub>3</sub> C, 2017), óleos e graxas (O&G) (ABNT NBR 13348: 1995) e sólidos em suspensos (SS) (SM 2540 D, 2017).

## **Resultados e Discussão**

### *Avaliação dos Banhos Residuais*

Na Figura 2 são apresentadas as caracterizações dos banhos residuais descartados nos ensaios em escala piloto (Formulação original, Formulação otimizada I e Formulação otimizada II). Observa-se que a redução da oferta de produtos químicos promoveu uma diminuição da carga poluente presente nos banhos residuais. Como comportamento geral, verifica-se que a maior redução na oferta de produtos químicos (formulação otimizada II) provocou a maior redução na carga poluente dos banhos residuais.



**Figura 2.** Caracterização dos banhos residuais das formulações original e otimizadas I e II em escala piloto: Condutividade (a), SDT (b), DQO (c) e pH (d).

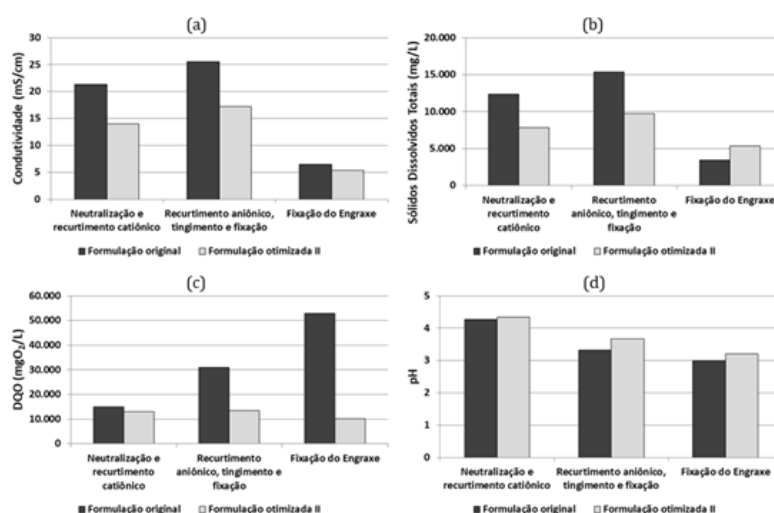
No recurtimento aniônico (foco do trabalho, que reduziu principalmente a dosagem de recurtentes), houve 43% de redução de SDT na formulação otimizada I e 48% na formulação otimizada II (Figura 2b). Benvenuti (2013) estudou a estação de tratamentos de efluentes em um curtume de acabamento e obteve um valor médio de 18.245 mg/L, valor próximo dos 15.400,08 mg/L encontrados para o banho de recurtimento aniônico da formulação original do curtume avaliado neste estudo.

Com relação à DQO no banho residual de recurtimento aniônico, houve uma redução de 37% na formulação otimizada I e 59% na formulação otimizada II (Figura 2c). Lofrano et al. (2013) obteve valores de DQO entre 12.415 mgO<sub>2</sub>/L e 14.820 mgO<sub>2</sub>/L para efluentes de acabamento molhado, resultado similar ao obtido na formulação otimizada II.

Nos demais banhos residuais gerados (recurtimento catiônico e fixação do engraxe) também houve redução da carga poluente. No banho de fixação do engraxe, as reduções na condutividade e nas concentrações de SDT e DQO foram de 75%, 68% e 30%, respectivamente, para a formulação otimizada I, e 71%, 77% e 44%, respectivamente, para a formulação otimizada II. As reduções observadas nas concentrações de poluentes foram superiores à redução na oferta de agente engraxante (22%). Esse comportamento pode estar relacionado à menor concentração de outros produtos químicos no banho, que competem na difusão dos agentes de engraxe e fixação para o interior do couro, promovendo maior esgotamento do banho.

O pH dos banhos (Figura 2d) está relacionado com as condições exigidas para o processo. De acordo com Black et al. (2013), o processo de neutralização, realizado antes do descarte do primeiro banho, ocorre com pH acima de 4,2 e, para Hoinack (1989), o pH do processo deve ficar entre 4,6 e 5,2. A elevação do pH do couro é necessária para uma boa difusão dos recurtentes aniônicos adicionados no banho seguinte. Já nos banhos de recurtimento aniônico e de fixação do engraxe, os banhos são finalizados com a redução do pH, fixando os produtos químicos aniônicos adicionados. Assim, este parâmetro (pH) auxilia no controle do processo, penetração e fixação dos produtos químicos no couro. Na ETE, os banhos residuais são equalizados e neutralizados no decorrer das etapas do tratamento de efluentes.

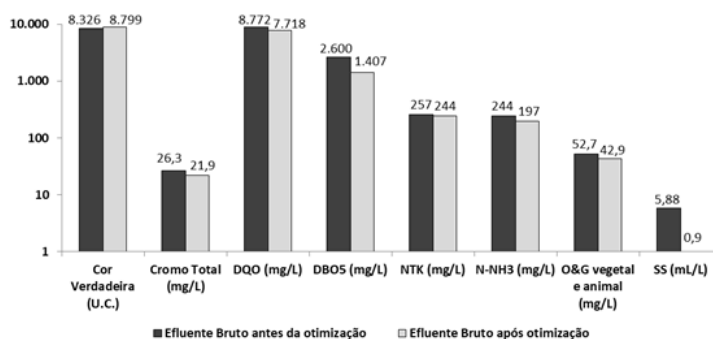
Considerando a maior redução da carga poluente dos banhos residuais na formulação otimizada II e o atendimento das propriedades físico-mecânicas e organolépticas do couro (apresentados a seguir), optou-se por dar andamento aos ensaios em escala industrial apenas com a formulação otimizada II. Na Figura 3 são apresentadas as caracterizações dos banhos residuais descartados em escala industrial (Formulação original e Formulação otimizada II). É possível observar uma redução na carga poluente dos parâmetros de condutividade, SDT e DQO nos banhos residuais.



**Figura 3.** Caracterização dos banhos residuais das formulações original e otimizada II em escala industrial: Condutividade (a), SDT (b), DQO (c) e pH (d).

No recurtimento aniônico, houve 33% e 37% de redução nos parâmetros condutividade (Figura 3a) e SDT (Figura 3b), respectivamente, no banho residual da formulação otimizada II em comparação com o mesmo banho residual da formulação original. Com relação à DQO, no banho residual de recurtimento aniônico, houve uma redução de 57% (Figura 3c). Observa-se um comportamento geral de menor carga poluente nos banhos residuais em escala industrial (Figura 3) em comparação com a escala piloto (Figura 2). Este fenômeno pode estar relacionado à maior ação mecânica dos fulões em escala industrial, proporcionando maior penetração dos produtos químicos no couro e maior esgotamento dos banhos de processo.

Na Figura 4 são apresentados os resultados de caracterização dos efluentes brutos que chegam na ETE do curtume, antes e após a implementação da otimização de uma das formulações da empresa. Estes efluentes líquidos correspondem ao conjunto do descarte dos três banhos residuais, analisados anteriormente de forma individual, além dos banhos residuais de outras formulações, que não foram otimizadas.



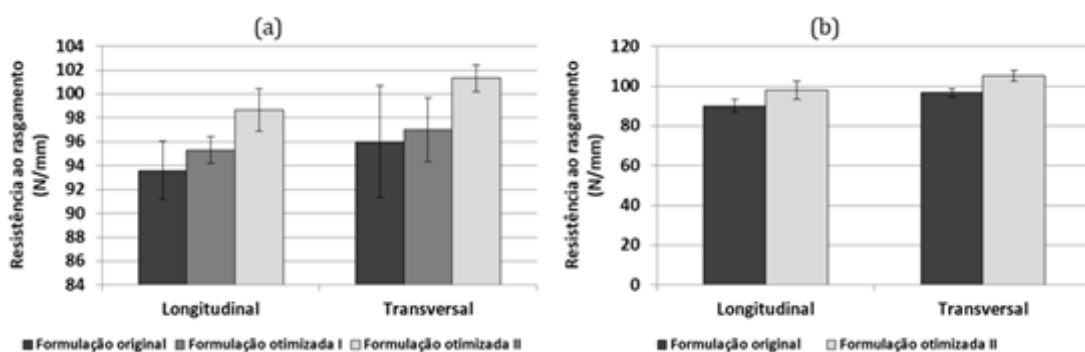
**Figura 4.** Caracterização do efluente bruto da ETE antes e após a aplicação da otimização em escala industrial.

Ao analisar os efluentes líquidos que chegam à ETE, antes e após a implementação da otimização de uma das formulações do curtume, é possível observar melhorias em relação à qualidade do efluente bruto. Observou-se reduções nas concentrações de cromo, DQO, DBO, nitrogênio total e amoniacal, óleos e graxas e sólidos sedimentáveis. Houve um aumento na cor apresentada pelo efluente líquido bruto do curtume. Este parâmetro é influenciado pelo tipo de corante utilizado em cada artigo produzido.

De acordo com a FEAM (2018), usualmente são encontrados, nos efluentes brutos de curtume, aproximadamente 94 mg/L de cromo total, valor superior ao encontrado neste estudo antes (26,3 mg/L) e após (21,9 mg/L) a implementação da formulação otimizada II. A DQO de efluentes líquidos de acabamento molhado varia entre 2.850 e 10.000 mgO<sub>2</sub>/L (Hansen et al., 2021a), estando os efluentes deste estudo dentro desta faixa, com 8.772 mgO<sub>2</sub>/L antes da otimização e 7.718 mgO<sub>2</sub>/L após a otimização. Os valores típicos de DBO para os efluentes líquidos de acabamento molhado são de 1.000 a 2.067 mgO<sub>2</sub>/L (Hansen et al., 2021a), sendo que os efluentes do curtume estavam originalmente acima desta faixa (2.600 mgO<sub>2</sub>/L), passando para 1.407 mgO<sub>2</sub>/L após o estudo. Os teores de nitrogênio total também estão dentro da faixa encontrada em curtumes de acabamento molhado (228 a 632 mg/L) (Hansen et al., 2021a), e o nitrogênio amoniacal do curtume (244 mg/L) estava acima do habitual (54 a 212 mg/L) (Hansen et al., 2021a), passando a ficar dentro da faixa após a otimização (197 mg/L).

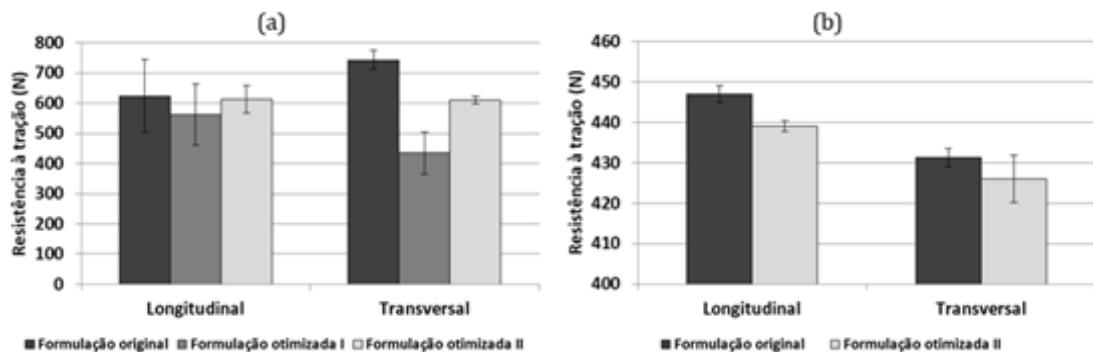
### *Avaliação das propriedades físico-mecânicas e organolépticas dos couros*

Na Figura 5 são apresentados os resultados dos testes de resistência ao rasgamento nas escalas piloto (a) e industrial (b). Todos os couros obtidos nas diferentes formulações atenderam a norma ABNT NBR ISO 3377-1:2014, que estabelece o valor mínimo de 25 N/mm para o parâmetro de rasgamento. As formulações otimizadas apresentaram valores superiores de rasgamento em comparação com a formulação original, sendo que a formulação otimizada II, com a menor oferta de recurtentes, foi a que apresentou melhor desempenho neste quesito, tanto em escala piloto como industrial.



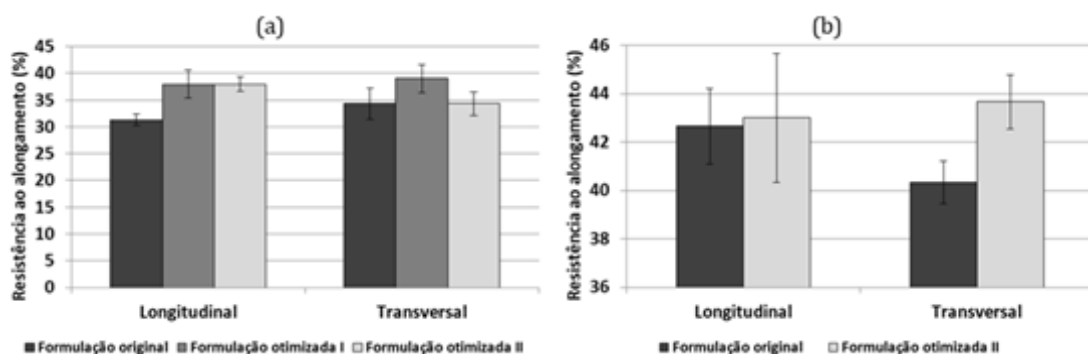
**Figura 5.** Resistência ao rasgamento dos couros obtidos em escala piloto (a) e industrial (b).

Na Figura 6 são apresentados os resultados dos testes de resistência à tração nas escalas piloto (a) e industrial (b). Todos os couros obtidos atenderam aos parâmetros da norma ABNT NBR ISO 3376: 2014, que estabelece o valor mínimo de resistência à tração para couros de 150 N. Comparando os couros obtidos em escala industrial (Figura 5b), é possível observar que ambos os resultados superaram os valores estipulados pela norma vigente, com pequena diferença entre os couros obtidos (desempenho 1,51% superior para o couro obtido pela formulação original em comparação com a Formulação otimizada II).



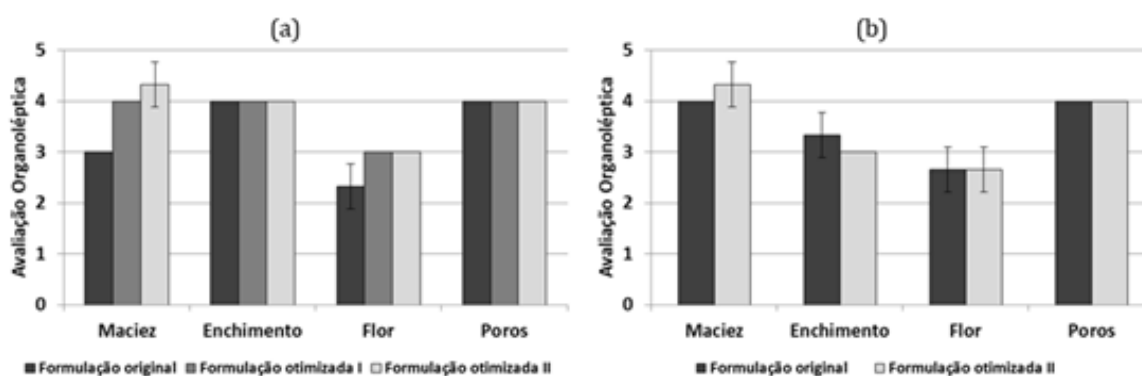
**Figura 6.** Resistência à tração dos couros obtidos em escala piloto (a) e industrial (b).

Os resultados dos testes de resistência de alongamento são apresentados na Figura 7. Os couros produzidos em escala piloto não atingiram o padrão estabelecido pela norma ABNT NBR ISO 3376: 2014, que determina o valor mínimo de 40% para o teste de alongamento (Figura 6a). Somente as amostras produzidas em escala industrial (Figura 6b) alcançam o padrão. Braz et al. (2018), obtiveram o valor médio para o teste de alongamento do couro bovino acabado de 46,41%, enquanto Sun et al. (2018), obtiveram o valor médio de 30%. A média do teste de alongamento nos couros produzidos em escala industrial com a formulação otimizada II foi de 43,33%, resultado similar aos da literatura e que se enquadra nos parâmetros estabelecidos pela norma ABNT NBR ISO 3376: 2014.



**Figura 7.** Resistência ao alongamento dos couros obtidos em escala piloto (a) e industrial (b).

Os resultados da avaliação organoléptica estão apresentados na Figura 8. Os resultados são apresentados em uma escala de 1 a 5, sendo 1 o pior resultado e 5 o melhor resultado. Ao comparar as propriedades organolépticas, percebe-se um desempenho das formulações otimizadas em escala piloto igual ou superior à original para os parâmetros de maciez, enchimento e poros, sendo observada pequena redução no desempenho do parâmetro flor. Este fato é relevante e permite que se faça sugestão para substituição da formulação original. Na avaliação em escala industrial, pode-se perceber que a formulação otimizada II, mesmo com uma menor quantidade de insumos químicos em relação à formulação original, manteve o padrão de maciez, qualidade de flor e presença de poros, desejados pelo curtume.



**Figura 8.** Avaliação organoléptica dos couros obtidos em escala piloto (a) e industrial (b).

### Considerações finais

Embora o couro produzido pelo curtume em estudo já possuísse a qualidade necessária para os devidos fins, atendendo as necessidades dos clientes, seu processo produtivo produz efluentes líquidos de difícil tratabilidade. A otimização da formulação de acabamento molhado avaliada neste estudo se mostrou eficiente, uma vez que houve uma redução nas concentrações de DQO, SDT e condutividade dos banhos residuais, mantendo ou melhorando a qualidade do couro produzido. Os banhos residuais das formulações otimizadas I e II (escala piloto), na etapa de recurtimento aniônico, apresentaram reduções de 37% e 59% de DQO, respectivamente, e 43% e 48% de SDT, respectivamente, em comparação ao processo original. Na escala industrial, também houve redução na condutividade e nas concentrações de SDT e DQO nos banhos residuais da formulação otimizada II em comparação com a original.

A caracterização dos efluentes líquidos brutos da ETE mostrou reduções nas concentrações de cromo, DQO, DBO, nitrogênio total e amoniacal, óleos e graxas e sólidos sedimentáveis após a implementação da otimização. Houve um aumento na cor verdadeira do efluente líquido bruto, o que deve estar relacionado à mudança no corante aplicado nos artigos produzidos em diferentes bateladas.

Com relação aos testes físico-mecânicos e organolépticos, as duas formulações otimizadas propostas tiveram desempenho superior à formulação original na resistência ao rasgamento. Nos testes de tração e alongamento, as formulações original e otimizada II, em escala industrial, atenderam a norma aplicável. Também foi possível identificar que a qualidade do couro nos quesitos organolépticos, apresentou uma tendência de manutenção das propriedades nas formulações otimizadas em comparação com a original.

O estudo mostrou que a redução da dosagem de produtos químicos nos banhos de acabamento molhado pode ser uma alternativa técnica para reduzir a carga poluente dos efluentes líquidos brutos. A metodologia desenvolvida neste estudo pode ser replicada em curtumes com problemas em atingir os padrões de emissão de efluentes, reduzindo a carga poluente a ser tratada pelas ETEs. A qualidade final do couro obtido deve ser levada em consideração, atendendo às especificações estabelecidas, e ensaios prévios são recomendados para avaliar cada caso.

### Referências bibliográficas

AGUSTINI, Caroline Borges; SPIER, Franciela; DA COSTA, Marisa; *et al.* Biogas production for anaerobic co-digestion of tannery solid wastes under presence and absence of the tanning agent. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 130, n. 130, p. 51–59, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 3376 - Couro - Ensaio Físicos E Mecânicos – Determinação Da Resistência À Tração E Percentual De Extensão**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 3377-1 - Couro- Ensaio Físicos E Mecânicos – Determinação Da Força De Rasgamento – Parte 1: Rasgamento De Extremidade simples**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13341 - Couro - Banho Residual De Curtimento E Recurtimento - Determinação Do Teor De Óxido De Cromo III**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13347 - Couro – Banho Residual E Efluente Líquido – Determinação De Nitrogênio Total – Método Kjeldahl (NTK)**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13348 - Couro - Banho Residual E Efluente Líquido - Determinação Do Teor De Óleos E Graxas**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995.

AYOUB, George M.; HAMZEH, Abeer ; AL-HINDI, Mahmoud. The Impact of Process Sequences on Pollutant Removal Efficiencies in Tannery Wastewater Treatment. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 224, n. 1, 2013.

BENVENUTI, Jaqueline. **Estudo De Caso De Avaliação Da Eficiência Do Tratamento Biológico De Lodos Ativado**. Trabalho De Diplomação Em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

BHARAGAVA, Ram Naresh; SAXENA, Gaurav; MULLA, Sikandar I.; *et al.* Characterization and Identification of Recalcitrant Organic Pollutants (ROPs) in Tannery Wastewater and Its Phytotoxicity Evaluation for Environmental Safety. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 75, n. 2, p. 259–272, 2018.

BLACK, Michael; CANOVA, Michele; RYDIN, Stefan ; *et al.* **Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skins**. Espanha: European Commission, 2013.

BRAZ, Carlos Eduardo M; JACINTO, Manuel Antonio C; PEREIRA-FILHO, Edenir R; *et al.* Potential of near-infrared Spectroscopy for Quality Evaluation of Cattle Leather. **Spectrochimica Acta Part A Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 202, n. 202, p. 182–186, 2018.

CICB - CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. **Exportações Brasileiras De Couros E Peles**. 2023. Disponível em: <<https://cicb.org.br/storage/files/repositories/phpLZDCjF-exportacoes-couros-e-peles-dez23-vr-1.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

CICB - CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. **Estudo Do Setor De Curtumes No Brasil**. 2024. Disponível em: <<https://cicb.org.br/storage/files/repositories/phpep3kOr-finalcicb-digital-1.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2025.

CUNHA MALAFAIA, Guilherme; NOGUEIRA BISCOLA, Paulo Henrique . **Anuário CiCarne Da Cadeia Produtiva Da Carne Bovina - 2023**. Campo Grande: Embrapa Gado De Corte, 2023.

EL-HAGGAR, Salah M. **Sustainable Industrial Design and Waste Management Cradle-to-cradle for Sustainable Development**. Academic Press, 2007.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Principles of Pollution Prevention and Cleaner Production: AN INTERNATIONAL TRAINING COURSE**.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Guia Técnico Do Setor De Curtumes**. Disponível em:

<[http://biblioteca.meioambiente.mg.gov.br/publicacoes/BD%20FEAM/Guia\\_Curtume\\_Final\\_log\\_o\\_Governo.pdf](http://biblioteca.meioambiente.mg.gov.br/publicacoes/BD%20FEAM/Guia_Curtume_Final_log_o_Governo.pdf)>.

HANSEN, Éverton; DE AQUIM, Patrice Monteiro ; GUTTERRES, Mariliz. Environmental assessment of water, chemicals and effluents in leather post-tanning process: A review. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 89, 2021.

HANSEN, Éverton; MONTEIRO DE AQUIM, Patrice ; GUTTERRES, Mariliz. Current technologies for post-tanning wastewater treatment: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 294, 2021.

HANSEN, Éverton; MONTEIRO DE AQUIM, Patrice; HANSEN, Alana Witt; *et al.* Impact of post-tanning chemicals on the pollution load of tannery wastewater. **Journal of Environmental Management**, v. 269, 2020.

HOINACKI, E; MOREIRA, M V; KIEFER, C G. **Manual Básico De Processamento Do Couro**. SENAI/RS, 1994.

KALYANARAMAN, Chitra; SRI BALA KAMESWARI, K.; SUDHARSAN VARMA, V.; *et al.* Studies on Biodegradation of vegetable-based Fat liquor-containing Wastewater from Tanneries. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 15, n. 4, p. 633–642, 2013.

KANTH, Swarna V.; VENBA, R.; MADHAN, B.; *et al.* Cleaner tanning practices for tannery pollution abatement: Role of enzymes in eco-friendly vegetable tanning. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 5, p. 507–515, 2009.

LOFRANO, Giusy; MERIÇ, Sureyya; ZENGİN, Gülsüm Emel; *et al.* Chemical and Biological Treatment Technologies for Leather Tannery Chemicals and wastewaters: a Review. **Science of The Total Environment**, v. 461-462, p. 265–281, 2013.

MELLA, B.; PUCHANA-ROSETO, M.J.; COSTA, D.E.S.; *et al.* Utilization of Tannery Solid Waste as an Alternative Biosorbent for Acid Dyes in Wastewater Treatment. **Journal of Molecular Liquids**, v. 242, p. 137–145, 2017.

MONTEIRO DE AQUIM, Patrice. **Gestão em Curtumes: Uso Integrado e Eficiente da Água**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

MOREIRA, M.V; HANSEN, E; G. GIACOMOLLI; *et al.* Evaluation of chemical products in leather post-tanning process and their influence in presence of neutral salts in raw tannery effluent. **Journal of the American Leather Chemists Association**, v. 114, n. 4, p. 108–117, 2019.

MUNZ, G.; DE ANGELIS, D.; GORI, R.; *et al.* The role of tannins in conventional and membrane treatment of tannery wastewater. **Journal of Hazardous Materials**, v. 164, n. 2-3, p. 733–739, 2009.

NUNES, Margarete Fagundes; ROCHA, Ana Luiza Carvalho da; FIGUEIREDO, João Alcione Sganderla. Memória Do Trabalho E Memória ambiental: as Indústrias De Curtume Do Vale Do Rio Dos Sinos/RS | Labor Memory and Environmental memory: the Tannery Industries of Rio Dos Sinos/RS. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 21, n. 1, p. 173, 2019.

ORTIZ-MONSALVE, Santiago; VALENTE, Patrícia; POLL, Eduardo; *et al.* Biodecolourization and biodetoxification of dye-containing wastewaters from leather dyeing by the native fungal strain *Trametes villosa* SCS-10. **Biochemical Engineering Journal**, v. 141, p. 19–28, 2019.

PICCIN, Jeferson S.; GOMES, Carolina S.; MELLA, Bianca; *et al.* Color removal from real leather dyeing effluent using tannery waste as an adsorbent. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 4, n. 1, p. 1061–1067, 2016.

RIO GRANDE DO SUL. **Preparação De Couros E Fabricação De Artefatos De Couros E Calçados**. ATLAS RIO GRANDE DO SUL, 2020.

RITTERBUSCH, D.F; HANSEN, E; F.D.P. MORISSO; *et al.* Tanning Process Study Using Chestnut and Acacia Tannin Associated with Acrylic Resin. **Journal of the American Leather Chemists Association**, v. 114, n. 9, 2019. Disponível em: <<https://journals.uc.edu/index.php/JALCA/article/view/1621>>. Acesso em: 24 nov. 2025.

SIVARAM, N.M.; BARIK, Debabrata. Toxic Waste From Leather Industries. **Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation**, p. 55–67, 2019.

STANDARD METHODS. **Method 2540 D - Total Suspended Solids Dried at 103–105°C**. 2017.

STANDARD METHODS. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater. Method 2120 – Color**. 2017.

STANDARD METHODS. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater. Method 4500 NH3 C - Titrimetric Method**. 2017.

STANDARD METHODS . **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater. Method 5210 D - Respirometric Method**. 2017.

STANDARD METHODS . **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater. Method 5220 B - Open Reflux Method**. 2017.

SUN, Xiaopeng; JIN, Yong; LAI, Shuangquan; *et al.* Desirable Retanning System for aldehyde-tanned Leather to Reduce the Formaldehyde Content and Improve the physical-mechanical Properties. **Journal of Cleaner Production**, v. 175, p. 199–206, 2018.

TENG, Bo; WU, Jiacheng; WANG, Yao; *et al.* Structural Characteristics and Collagen Reaction Ability of Polyphenols in Larch Tanning Wastewater – an Important Hint for Vegetable Tanning Wastewater Recycling. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 26, n. 5, p. 2249–2257, 2017.

# MTR Online no estado do Rio Grande do Sul: métricas após implementação

Giulia Dorneles Barbieri de Campos<sup>1</sup>, Daiana Maffessoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Porto Alegre Rio Grande do Sul.

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Porto Alegre Rio Grande do Sul.

\* Autor para correspondência:<sup>1</sup> giudbarbieri@gmail.com

---

## RESUMO

A implementação de ferramentas de gestão ambiental, como o sistema MTR Online, é fundamental para auxiliar no gerenciamento dos resíduos sólidos, desde a geração até a destinação final. No estado do Rio Grande do Sul (RS), em 2018, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) implementou um Sistema de MTR Online, substituindo o antigo procedimento manual. Esse sistema é regulamentado pela Portaria FEPAM nº 087/2018, sendo uma plataforma digital que controla a movimentação de resíduos sólidos no estado. Neste contexto, este trabalho apresentou as métricas alcançadas pela utilização deste sistema, ao longo de cinco anos (2018-2022). Nesse período, foram emitidos mais de 7 milhões de MTRs, onde foram declarados pelos usuários 111,42 Mt de resíduos IIA (não perigosos e não inertes); 22,23 Mt de classe IIB (não perigosos e inertes) e; 10,54 Mt de classe I (perigosos). A maior parte dos resíduos (80%) foram recebidos nas regiões metropolitana, centro leste e serra gaúcha. Dessa forma, espera-se que essas informações possam subsidiar a tomada de decisões e o aperfeiçoamento das políticas públicas relacionadas à gestão dos resíduos sólidos, visando alcançar melhores resultados para o desenvolvimento sustentável.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento sustentável, resíduos sólidos, Sistema MTR Online, rastreabilidade, gerenciamento, manifesto de transporte de resíduos.

## MTR Online in the Rio Grande do Sul state: waste metrics after implementation

### ABSTRACT

Implementing environmental management tools, such as the “MTR Online” system, is essential for assisting in the proper disposal and destination control of waste. In the Rio Grande do Sul state (RS), in 2018, the Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) implemented the MTR online system - Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos (Waste Transportation Manifest system, free translation), replacing the manual procedure. This system is regulated by FEPAM Ordinance No. 087/2018 and is a digital platform that monitors the movement of solid waste in the state. In this context, this study aims to identify the metrics achieved through the use of this system over five years (2018-2022). During this time, more than 7 million MTRs were issued, corresponding to the generation of 111.42 Mt of IIA class waste (non-hazardous and non-inert), 22.23 Mt of IIB class (non-hazardous and inert), and 10.54 Mt of I class (hazardous). The majority of the waste (80%) was received in regions divided into Regional Management Metropolitan Headquarters, East-Central, and Sierra. Thus, it is expected that this information will support decision-making and improve public policies related to solid waste management, aiming to achieve better results for sustainable development.

**Keywords:** Sustainable development, solid waste, MTR Online System, waste transport certificate, traceability, management

## Introdução

O estado do Rio Grande do Sul (RS) destaca-se como o quinto maior Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, alcançando a marca de R\$ 410 bilhões em 2020, além disso, é o sexto estado mais populoso do país, com uma população estimada de aproximadamente 11,2 milhões de habitantes (IBGE, 2025). Seu setor industrial desempenha um papel significativo na economia gaúcha, representando 6% do PIB nacional, o equivalente a R\$ 138,5 bilhões. E, em 2023, o estado contava com cerca de 51,6 mil empresas industriais ativas (Portal da Indústria, 2023). Essas atividades, relacionadas à sociedade e ao setor industrial, conseqüentemente geram resíduos que carecem de uma gestão eficiente e de destinação adequada. Diante disso, a implementação de ferramentas de gestão ambiental, para melhor controle dos órgãos fiscalizadores, se torna muito importante (SILVA, 2016).

No RS, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), instituída pela Lei nº 9.077/1990, é o órgão responsável por assegurar a proteção e preservação do meio ambiente no estado. No âmbito da gestão de resíduos sólidos, o artigo 12 do Decreto Estadual nº 38.356/1998 estabelece que os resíduos de classes I e II (perigosos e não perigosos, respectivamente) somente poderão ser transportados quando acompanhados do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR).

Em 2018, a FEPAM implementou o Sistema Próprio de Manifesto de Transporte de Resíduos Online, substituindo o antigo procedimento manual. O Sistema MTR Online é regulamentado pela Portaria FEPAM nº 087/2018, sendo uma plataforma digital que controla a movimentação de resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul, desde a geração até a destinação final.

Esse sistema foi criado com o objetivo de ampliar o controle e a rastreabilidade dos resíduos gerados e destinados no RS, sendo o único sistema válido para a documentação da movimentação dos resíduos sólidos no estado, conforme estabelecido pela Portaria FEPAM nº 087/2018.

A nível nacional, a Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 280/2020 institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos. E, o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), foi instituído como um sistema online. Conforme essa portaria, os sistemas próprios estaduais passaram a ser obrigatoriamente integrados ao SINIR a partir de 1º de janeiro de 2021. Atualmente, sete estados brasileiros possuem sistemas próprios de gestão de resíduos (Alagoas, São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Espírito Santo), enquanto os demais estados utilizam o SINIR.

No RS, as informações coletadas no Sistema MTR Online da FEPAM são disponibilizadas por meio de relatórios gerados a partir dos dados de emissão e baixa dos MTRs. Embora seja um sistema relativamente recente, implantado oficialmente em outubro de 2018, após modificações na data de início da obrigatoriedade, ele já reflete o cenário dos resíduos e a forma de atuação dessa ferramenta de gestão.

De acordo com a portaria nº 087/2018- FEPAM, todas as partes envolvidas no processo do MTR devem estar cadastradas no sistema, sendo geradores, transportadores, armazenadores temporários e destinadores; os perfis podem ser múltiplos. A responsabilidade pela emissão do MTR é do gerador do resíduo e o transportador deve manter o documento impresso durante o transporte. O destinador final registra o recebimento dos resíduos dentro do prazo e emite o Certificado de Destinação Final (CDF), que atesta a efetiva destinação dos resíduos. Já o armazenador

temporário desempenha uma função logística como consolidação de resíduos, sem realização de qualquer tipo de processamento dos resíduos. A finalização do fluxo do MTR é dada a partir do recebimento do mesmo no Sistema.

Embora os dados gerados pelo sistema MTR Online sejam documentados e analisados rotineiramente pelos analistas ambientais no âmbito do licenciamento de atividades específicas, é importante uma avaliação abrangente dos resultados obtidos com a implementação dessa ferramenta. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo identificar as métricas alcançadas ao longo dos primeiros cinco anos (2018-2022) de utilização do sistema de controle MTR Online, no estado do RS. Assim, espera-se que essas informações possam subsidiar a tomada de decisões e o aperfeiçoamento das políticas públicas relacionadas à gestão dos resíduos sólidos no estado do Rio Grande do Sul.

## **Metodologia**

Para obtenção das métricas do sistema MTR online no estado do Rio Grande do Sul, foi adotada uma abordagem quantitativa, por meio da coleta, organização e análise de dados secundários provenientes do banco de dados estadual. Os procedimentos seguiram os princípios da pesquisa documental, que utiliza materiais já existentes, para extração de informações relevantes (MARCONI; LAKATOS, 2017). Essa abordagem permitiu a interpretação dos dados a partir de parâmetros previamente definidos para fins de diagnóstico e avaliação.

### ***Levantamento de dados***

Os dados quantitativos foram extraídos dos relatórios disponíveis no Sistema de Controle de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) Online, da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), no estado do Rio Grande do Sul. A partir destes, foram realizadas análises dos dados que constam em relatórios, considerando o período de 2018 a 2022. Ressalta-se que o ano de 2018 foi de adaptação ao Sistema, onde - após diversas mudanças na data - a obrigatoriedade oficial de utilização do mesmo iniciou-se em 29 de outubro de 2018, conforme Portaria FEPAM nº 087/2018.

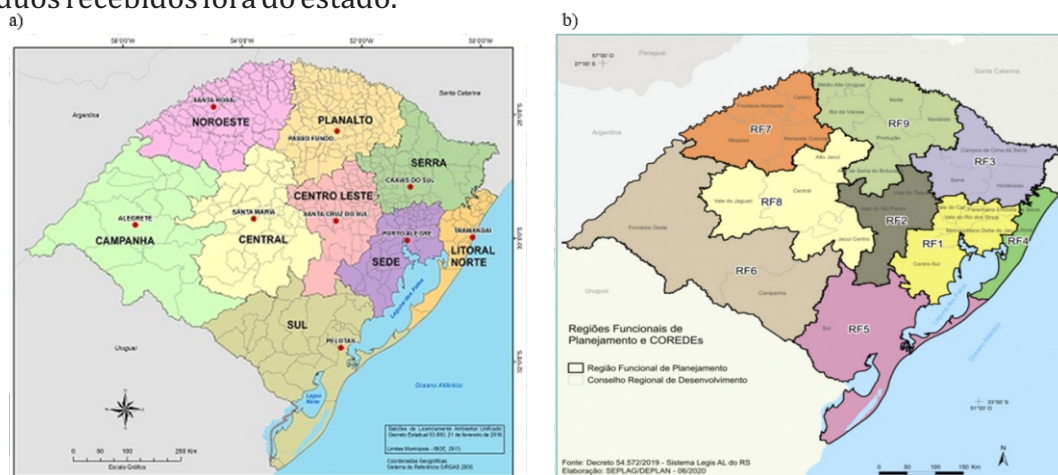
Cada MTR emitido corresponde ao registro de uma movimentação de resíduos entre um gerador e uma unidade de destinação, podendo haver vários MTRs associados a uma mesma remessa, a depender da forma de operacionalização do transporte. A identificação do resíduo é declarada de acordo com a listagem, conforme Instrução Normativa - IN 13/2012 IBAMA. Os relatórios foram gerados de acordo com o período de um ano, sendo de 01 de janeiro a 31 de dezembro de cada ano, para realização das análises. Os relatórios utilizados neste estudo foram: R21 - Quantidade de usuários cadastrados e total de MTRs; R3 - Identificação das Quantidades de Resíduos, por Classe e por Macrorregião e R39 - Recebimento de resíduos por macrorregião. O R3 é elaborado com base nos dados declarados pelos usuários por meio das Declarações de Movimentação de Resíduos (DMRs), entregues trimestralmente. Já o R39 utiliza informações declaradas a partir do registro e do recebimento dos MTRs no sistema.

### ***Análise de dados***

As informações utilizadas neste estudo foram obtidas a partir dos relatórios disponibilizados e foram elencados os seguintes dados: número de usuários cadastrados e o MTRs emitidos, quantidades de resíduos gerados (em toneladas, t), por classe e por macrorregião e; recebimento de resíduos por macrorregião. A interpretação desses relatórios foi embasada em pesquisas complementares e na resposta obtida por meio de

troca de e-mail com a equipe da FEPAM responsável pelo Sistema, junto à Divisão de Licenciamento, a fim de esclarecer eventuais dúvidas relacionadas ao tema em estudo. Além dos relatórios, conteúdos como “perguntas frequentes”, foram utilizados para interpretação dos resultados. As análises e gráficos foram realizados utilizando conceitos estatísticos e fórmulas, como soma, média e porcentagem, através da ferramenta Microsoft Excel.

Considerando o registro de recebimento do MTR, os dados dos relatórios R39 referem-se à quantidade de resíduos recebidos - por classe e por macrorregião. Dessa forma, os dados foram separados de acordo com nove macrorregiões gaúchas que são consideradas na emissão de MTRs e estão divididas de acordo com as Gerências Regionais da FEPAM (Figura 1): Sede Metropolitana (GERSED), Centro-Leste (GERCEL), Serra (GERSER), Litoral Norte (GERLIT), Sul (GERSUL), Campanha (GERCAM), Noroeste (GERNOR), Central (GERCEN) e Planalto (GERPLA). O número de municípios em cada macrorregião é de GERSED (52), GERCEL (65), GERSER (63), GERLIT (25), GERSUL (26), GERCAM (17), GERNOR (98), GERCEN (39) e GERPLA (112). Além dos resíduos recebidos por macrorregiões do RS, ainda estão computados no sistema da FEPAM, os dados de resíduos recebidos fora do estado.



**Figura 1:** Macrorregiões do estado do Rio Grande do Sul, FEPAM. Fonte: FEPAM (2023).

## Resultados e discussão

Serão apresentadas a quantidade de usuários cadastros do estado do RS e MTRs emitidos, as quantidades de resíduos, por classe e por macrorregião e o recebimento de resíduos por macrorregião, desde a implantação do sistema MTR online, em 2018.

### Quantidade de usuários cadastrados e MTRs emitidos

Os dados apresentados no período refletem a adequação e adesão ao Sistema MTR Online no RS no ano de 2018. A quantidade de cadastros anuais considera usuários de diferentes perfis – geradores, transportadores e destinadores –, sendo possível que um mesmo usuário possua mais de um perfil registrado no sistema. Ao longo do período de 2018 a 2022, foram cadastrados 102.735 usuários gerais, distribuídos entre 100.030 geradores, 10.510 transportadores e 6.658 destinadores (Tabela 1).

Conforme o Portal da Indústria, em 2023, o RS possuía 51.643 indústrias, representando 8,7% do total de empresas do setor do Brasil. Como a responsabilidade da emissão de MTR e da destinação adequada de resíduos é da fonte geradora, isso explica o maior número de cadastros no período ser de perfil gerador.

Esses cadastros foram realizados no sistema MTR Online da FEPAM utilizado para movimentações de resíduos relacionados ao RS. Devido à interação entre empresas de outros estados, deve-se utilizar os sistemas próprios e/ou o SINIR, por isso dentre os cadastros realizados há cadastros de outros estados, onde consta registro de usuários de outros 24 estados (AC, AL, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RN, RO, RS, SC, SE, SP e TO).

<b>Ano</b>	<b>Usuários cadastrados (unidades)</b>	<b>MTRs emitidos (unidades)</b>
<b>2018</b>	40.543	667.253
<b>2019</b>	19.613	1.499.692
<b>2020</b>	13.721	1.532.150
<b>2021</b>	13.906	1.718.272
<b>2022</b>	14.952	1.811.173
<b>Total</b>	<b>102.735</b>	<b>7.228.540</b>

**Tabela 1** - Quantidade de usuários cadastrados no RS e MTRs emitidos pelo sistema MTR Online FEPAM, nos anos de 2018 a 2022.

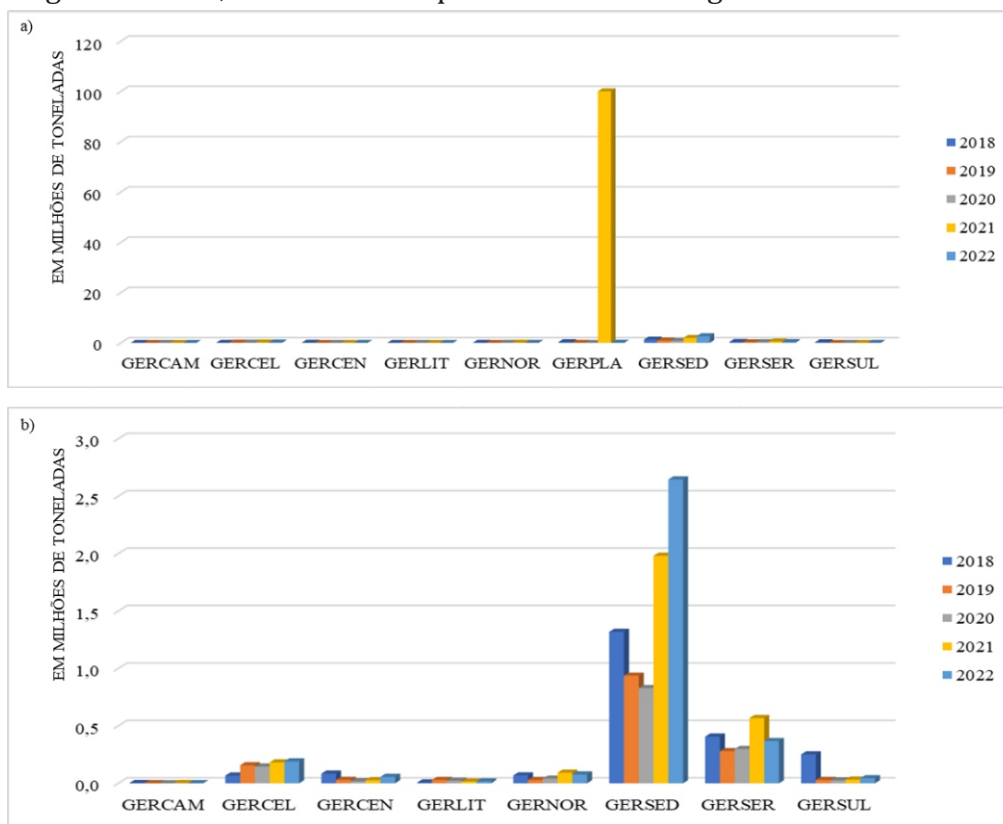
Além do grande número de usuários, houve um aumento na emissão de MTRs ao longo dos 05 anos, ultrapassando os 7 milhões de MTRs (Tabela 1). Excluindo-se o ano de implementação (2018) e avaliando apenas o período de 2019 a 2022, foi identificada uma média mensal de MTRs emitidos, essa evolui de 127.679 unidades, em 2019, para 150.931 unidades, em 2022, o que indica um aumento de 18% de 2019 para 2022.

### **Quantidades de Resíduos, por Classe e por Macrorregião**

Na Figura 2 estão apresentados os dados dos resíduos classe I (perigosos), em toneladas, por macrorregião. A GERPLA - planalto foi responsável pela maior geração de resíduos, em 2021, sendo aproximadamente 100 Mt (Figura 2a). Foi possível observar que houve uma grande variação na GERPLA, onde a quantidade passou de milhares para milhões, voltando aos milhares, ainda em 2022, fato que, possivelmente, pode estar relacionado a um erro de preenchimento ou a algum fato que causou este pico desproporcional. O acesso aos dados brutos, em que apareça a descrição dos resíduos, auxiliaria na identificação do motivo dessas alterações.

Dessa forma, para facilitar a visualização das demais regiões, na Figura 2b há os dados sem a macrorregião GERPLA. De forma semelhante, na GERSUL - Sul, no ano de 2018, foram lançadas cerca de 250 mt e, a partir de 2019, foram menos de 50 mt de resíduos (Figura 2b). Nesta região não há muitas indústrias, sendo que a maior expressividade está nas cidades de Rio Grande e Pelotas, onde atualmente restam apenas vestígios da antiga cultura industrial. Essas informações reforçam a hipótese de que parte da quantidade resíduos pode estar sendo registrada de forma equivocada pelos próprios usuários do sistema MTR Online, o que evidencia a necessidade de qualificação técnica e orientação contínua no preenchimento dos dados.

**Figura 2:** Quantidade de resíduos classe I (perigosos), em toneladas, gerados por macrorregião, de 2018 a 2022. a) Considerando as nove macrorregiões. b) Excluindo a macrorregião GERPLA, considerando apenas oito macrorregiões.

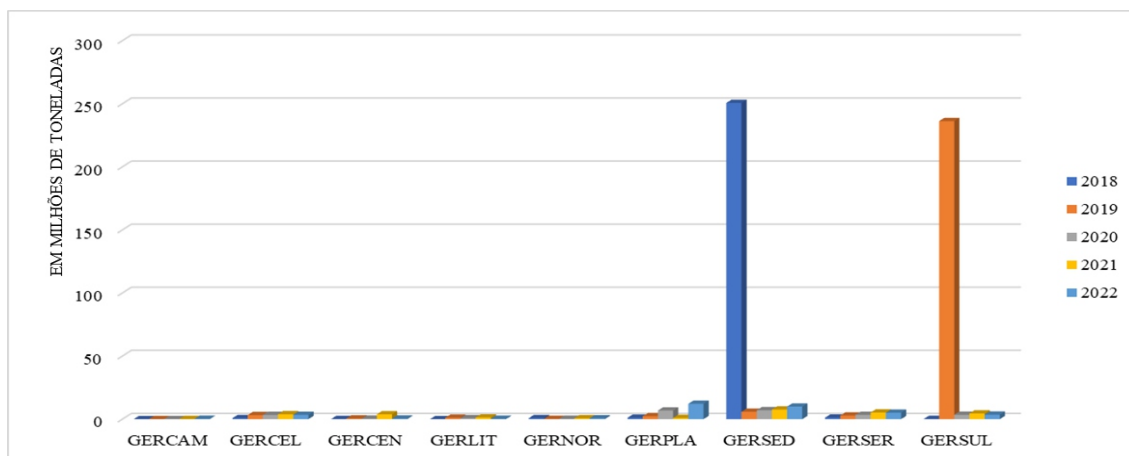


Legenda: GERSED - Sede Metropolitana, GERCEL - Centro-Leste, GERSER - Serra, GERLIT - Litoral Norte, GERSUL - Sul, GERCAM - Campanha, GERNOR - Noroeste, GERCEN - Central e GERPLA - Planalto.

A soma do período foi de 112 Mt e, excluindo-se a macrorregião GERPLA (pico), são 12 Mt de resíduos perigosos gerados entre 2018 e 2022, por diversos tipos de atividades, tais como, indústrias, serviços de saúde, construção civil, esgotamento sanitário, entre outros. As regiões GERSED (Metropolitana) e GERSER (Serra) destacam-se pela elevada geração de resíduos perigosos, o que pode estar associado à maior concentração de atividades industriais. De acordo com dados do Observatório da Indústria do Rio Grande do Sul, com base na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS, 2023), essas regiões concentram o maior número de estabelecimentos industriais do estado, totalizando 10,8 mil na Região Metropolitana e 9,27 mil na Região da Serra.

A Figura 3 apresenta a distribuição e variação da quantidade de Classe IIA (não perigosos e não inertes) em toneladas, sendo possível identificar uma tendência de crescimento e também variações principalmente em GERCEN –central (de 2020 para 2021, aumentou 848% a geração de resíduos Classe IIA), GERSUL - Sul (de 2018 para 2019, aumentou 101.670%) e GERSED - metropolitana (de 2018 para 2019, diminuiu 4.172%). A soma do período foi de quase 600Mt de resíduos Classe IIA gerados. Excluindo-se os picos de GERSED (2018) e GERSUL (2019) seria possível visualizar uma tendência de crescimento ao longo dos anos. Esses dois picos também podem ser consequência de preenchimentos errôneos.

**Figura 3:** Quantidade de resíduos classe IIA (não perigosos e não inertes), em toneladas, gerados por macrorregião, de 2018 a 2022.

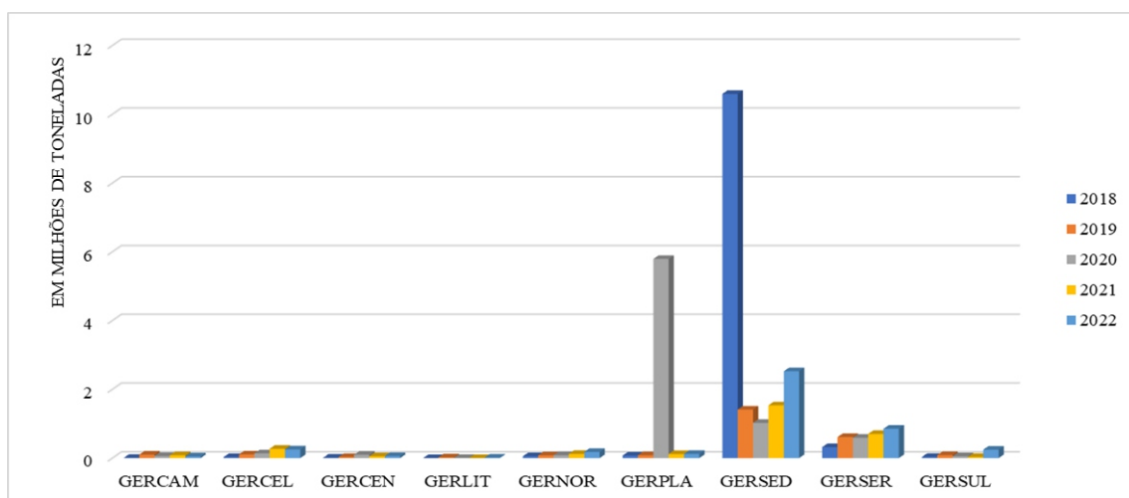


Legenda: GERSER - Sede Metropolitana, GERCEL - Centro-Leste, GERSER - Serra, GERLIT - Litoral Norte, GERSUL - Sul, GERCAM - Campanha, GERNOR - Noroeste, GERCEN - Central e GERPLA - Planalto.

Os dados dos resíduos classe IIB (não perigosos e inertes) em toneladas por macrorregião, estão representados na Figura 4. Da mesma forma que para os resíduos perigosos, GERSER - metropolitana e GERSER -serra são as regiões com maior quantidade de resíduos gerados. Especificamente, GERPLA - planalto no ano de 2019 houve um aumento de 6.700% na geração, que normalizou nos anos seguintes, retornando à quantidade em aproximadamente 118 mt.

Em GERSER após o ano de 2018 houve uma queda de 650% na geração de resíduos classe IIB; e, em GERSUL, o ano de 2022, comparado a 2021, apresentou aumento de 600%. Essas variações podem estar novamente relacionadas com a fragilidade no lançamento dos dados.

**Figura 4:** Quantidade de resíduos classe IIB (não perigosos e inertes), em toneladas, gerados por macrorregião, de 2018 a 2022.



Legenda: GERSER - Sede Metropolitana, GERCEL - Centro-Leste, GERSER - Serra, GERLIT - Litoral Norte, GERSUL - Sul, GERCAM - Campanha, GERNOR - Noroeste, GERCEN - Central e GERPLA - Planalto.

Também, foi possível observar que a geração de resíduos perigosos (classe I) e não perigosos (classe IIA) aumentaram ao longo dos anos, Tabela 2. Esse crescimento pode estar relacionado ao cenário econômico e conseqüente aumento da capacidade produtiva das empresas. Ainda, esse período contou com a pandemia da COVID-19, o que pode ter modificado a produção industrial e os padrões de consumo da população, principalmente nos anos de 2020 e 2021. De maneira geral, no estado do RS são geradas maiores quantidades de resíduos classe IIA (111,42 Mt), seguidos por classe IIB (22,23 Mt) e I (10,54 Mt).

**Tabela 2-** Quantidade de resíduos classe I, IIA e IIB gerados, em milhões de toneladas, de 2018 a 2022 pelas indústrias gaúchas.

Ano	Classe I	Classe IIA	Classe IIB
<b>2018</b>	2,53 / 1,21*	255,29 / 4,61*	11,13 / 4,61*
<b>2019</b>	1,54	252,68 / 16,41*	2,54
<b>2020</b>	1,41	25,91	7,85
<b>2021</b>	102,96/ 2,90*	28,45	2,93
<b>2022</b>	3,48	36,04	4,30
<b>Total</b>	<b>10,54</b>	<b>111,42</b>	<b>22,23</b>

\* valores retirando-se os extremos que podem ser provenientes de erros de digitação

Adicionalmente, esses dados contribuem para análises relacionadas à gestão de resíduos e podem ser úteis ao planejamento ambiental, especialmente para entender as quantidades de resíduos gerados nas regiões. Análises em contextos específicos poderão ser realizadas considerando informações adicionais.

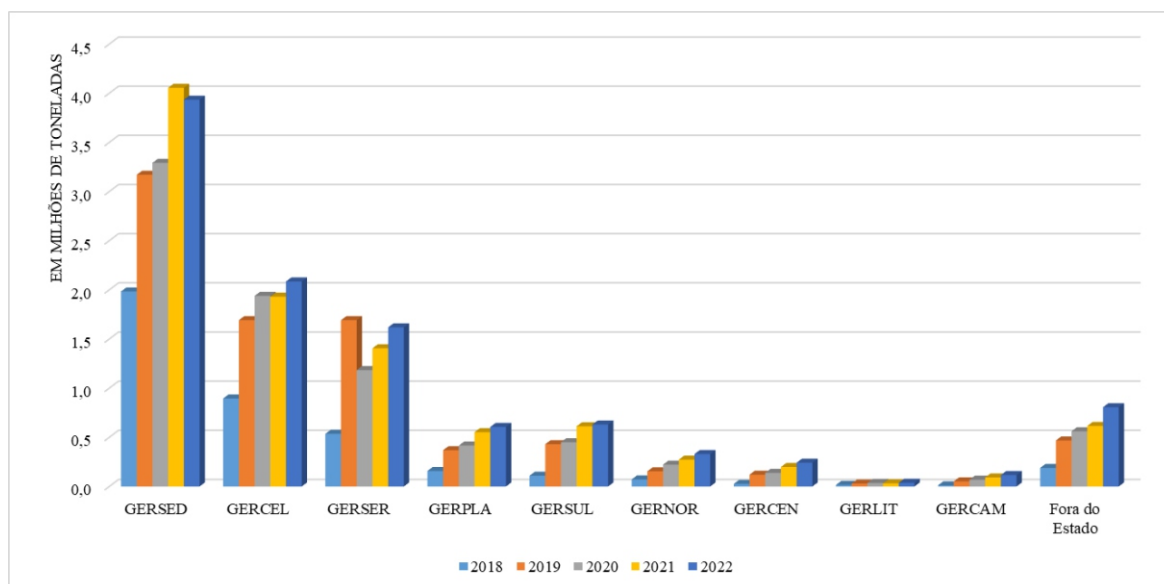
### **Recebimento de Resíduos por Macrorregião**

Os dados apresentados referem-se à quantidade de resíduos recebidos, considerando o registro de recebimento do MTR, por macrorregião e, também, de fora do estado. A soma total do período, considerando as nove regiões e os registros de fora do estado, foi de 40,66 Mt de resíduos recebidos.

A Figura 5 apresenta a quantidade de resíduos recebidos por macrorregião, em toneladas, no período de 2018 a 2022. A macrorregião com maior quantidade de resíduos recebidos é a GERSED – metropolitana, totalizando em 16,43 Mt no período; seguido pela GERCEL – centro leste, com 8,54 Mt no período e; GERSER – serra, com 6,43 Mt de resíduos. A GERSED é a principal receptora, contribuindo com aproximadamente 40% do total de resíduos recebidos e, somando-se às outras duas regiões com maior quantidade de recebimento (GERCEL – centro oeste e GERSER - serra), as três representam 80% do total de resíduos recebidos.

Conforme se observa na Figura 5, os dados dos relatórios sugerem que há um padrão de crescimento na quantidade de resíduos recebidos nas macrorregiões GERCEL – centro oeste, GERPLA - planalto, GERNOR - noroeste, GERCEN - central e GERCAM - campanha, bem como, fora do estado, o que indica um aumento na no transporte de resíduos para essas regiões.

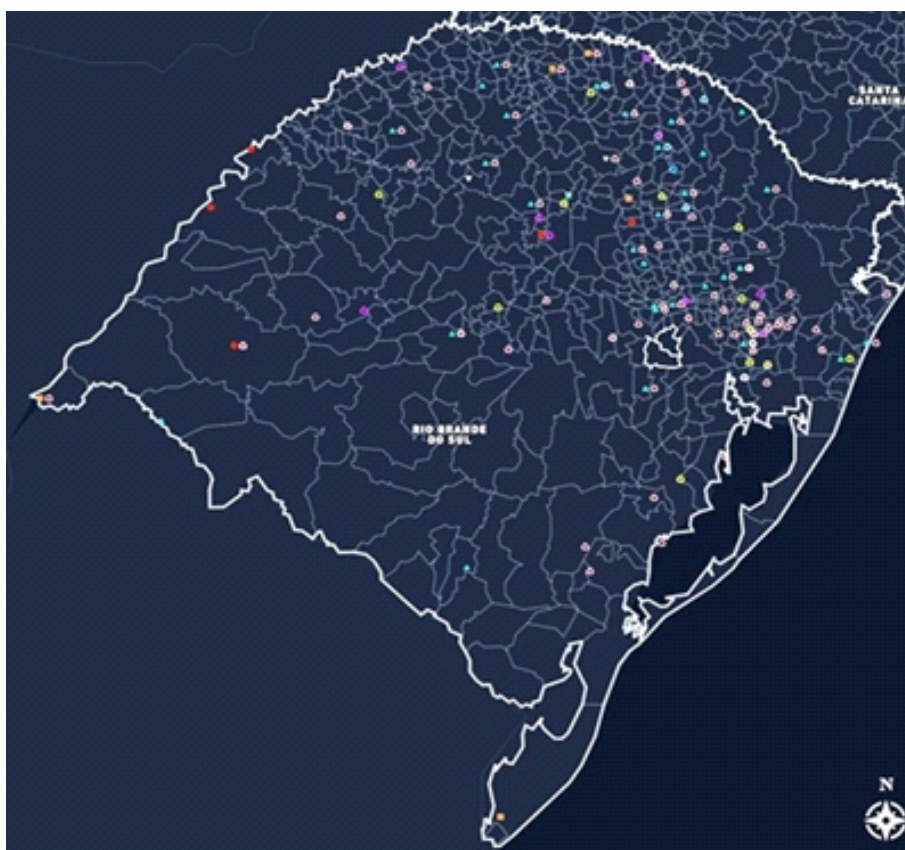
**Figura 5** - Quantidade de resíduos recebidos por macrorregião, em toneladas, no período de 2018 a 2022.



Legenda: GERSER - Serra, GERLIT - Litoral Norte,

Através da plataforma “Mapa de Gestão de Resíduos Sólidos”, disponibilizada pelo SINIR, é possível visualizar as unidades de tratamento e disposição final de resíduos sólidos. No RS, em 2019, estão indicadas 157 unidades de tratamento, sendo organizadas da seguinte forma: 127 unidade de triagem (galpão ou usina); 1 unidade de tratamento por incineração; 9 unidades de manejo de galhadas e podas; 6 unidades de compostagem (pátio ou usina); 13 áreas de transbordo e triagem de resíduo da construção civil (RCC) e volumosos; e, 1 área de reciclagem de RCC (=unidade de reciclagem de entulho). Ainda, estão indicadas 59 unidades de disposição final sendo 31 aterros sanitários; 5 lixões; 5 aterros controlados; 3 aterros RCC; 1 vala específica de RSS (resíduos de serviços de saúde); e, 14 classificadas como outras. Essas unidades de recebimento estão indicadas na Figura 6., onde é possível observar que as três regiões com maior quantidade de geração de resíduos (GERSED-Sede Metropolitana, GERCEL – Centro-Leste e GERSER - Serra), são as mesmas com maior número de unidades de destinação e disposição final de resíduos do estado.

Dessa forma, a apresentação das localizações das unidades de tratamento e destinação final de resíduos, além das classes geradas por região, podem subsidiar a identificação da demanda de unidades de tratamento e destinação final (tecnologia). Assim, a gestão de resíduos, em diferentes regiões, bem como o direcionamento de políticas públicas e ações adequadas relacionadas à variação das demandas, podem ser balizados por esse tipo de estudo.



**Figura 6:** Mapa das unidades de tratamento e de destinação final de resíduos sólidos, no Rio Grande do Sul. Legenda: ● - Unidade de processamento de resíduos da construção civil; ● - Unidade de triagem, galpão ou usina; ● - Unidade de compostagem; ● - Unidade de galhadas e podas; ● - lixão; ▲ - aterro sanitário; ■ - aterro controlado; ▽ - aterro de resíduos da construção. Fonte: adaptado de SINIR, 2019.

### Considerações finais

A partir do levantamento de dados através dos relatórios disponibilizados pela FEPAM, foi possível obter uma métrica ao longo dos cinco anos do sistema MTR Online. Apesar de ser uma ferramenta recente, já é possível identificar seu potencial em mapear a gestão de resíduos no estado. Além disso, esse tipo de sistema vislumbra um grande potencial relacionado à integração entre informações por diversos órgãos ambientais do país.

As regiões com maior número de habitantes e indústrias apresentam maiores quantidades de resíduos gerados (região metropolitana e serra). No relatório R3 – Identificação das Quantidades de Resíduos por Classe e por Macrorregião, que utiliza dados declarados pelos usuários a partir do registro das DMRs trimestrais, foi identificado um comportamento anômalo, possivelmente decorrente de falha humana no preenchimento. Por outro lado, no relatório R39 – Recebimento de Resíduos por Macrorregião, que se baseia nos dados declarados por meio do registro e recebimento dos MTRs, tal comportamento anômalo não foi observado. Isso sugere que as atestações realizadas nas diferentes etapas da cadeia de gerenciamento, pelo gerador, transportador e destinador, contribuíram para a correção ou prevenção de inconsistências nos dados informados.

Nesse sentido, é importante destacar que o Sistema MTR Online se estrutura a partir de três pilares fundamentais: o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), a Declaração de Movimentação de Resíduos (DMR) e o Certificado de Destinação Final (CDF). O MTR, de caráter autodeclaratório, acompanha fisicamente o transporte dos resíduos; a DMR consolida os dados declarados ao longo de períodos definidos, permitindo uma análise mais ampla da movimentação; e o CDF comprova a efetiva destinação ambientalmente adequada dos resíduos. A qualidade das informações depende da responsabilidade compartilhada entre os agentes envolvidos: o gerador deve preencher corretamente o MTR, o transportador verificar os dados antes do carregamento, e a unidade de destinação confirmar o recebimento. A ocorrência de falhas individuais é possível, porém, para que um erro comprometa a rastreabilidade dos resíduos, é necessário que haja falhas simultâneas de toda a cadeia envolvida.

Embora os relatórios disponibilizados pelo sistema apresentem algumas limitações, especialmente por serem baseados em dados de acesso público, ainda permitem diversas análises e avaliações sobre a gestão de resíduos. Estudos como este são fundamentais para compreender o funcionamento do sistema e podem embasar futuros ajustes à medida que questões operacionais forem discutidas e aprimoradas. Nesse sentido, sugere-se a criação de alertas automáticos no sistema para indicação de volumes excessivos de resíduos declarados e/ou recebidos e a ampliação da fiscalização em setores com maior incidência de inconsistências, como forma de fortalecer a rastreabilidade e a confiabilidade dos dados.

## Referências

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM. **Portaria nº 087, de 29 de outubro de 2018**. Disponível em:

<[http://ww3.fepam.rs.gov.br/LEGISLACAO/ARQ/PORTARIA087-2018\\_ALT\\_PORTARIA012-2020.PDF](http://ww3.fepam.rs.gov.br/LEGISLACAO/ARQ/PORTARIA087-2018_ALT_PORTARIA012-2020.PDF)>. Acesso em: 20 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama do Rio Grande do Sul**. 2025. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>>. Acesso em: 5 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Instrução Normativa Nº 13**. Disponível em:

<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=248656>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

LUIZ LOYOLA DA SILVA, Cleiton. GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E SUA IMPORTÂNCIA PARA O SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL. **REINPEC**, v. 2, n. 2, p. 302–314, 2016. Disponível em:

<<http://reinpec.cc/index.php/reinpec/article/view/133>>. Acesso em: 26 abr. 2023.

MARCONI, Maria de Andrade ; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Portaria nº 280**. Disponível em:

<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=397699>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

OBSERVATORIO DA INDUSTRIA DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapa da indústria no RS**.

Disponível em: <<https://observatoriodaindustriars.org.br/inteligencia-areas/mapa-da%20industria-rs/%3E>>. Acesso em: 8 out. 2025.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Perfil da Indústria – Rio Grande do Sul**. Disponível em:

<<https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/rs>>. Acesso em: 8 out. 2025.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto N° 38.356**. Disponível em:

<[https://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid\\_IDNorma=6792](https://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_IDNorma=6792)>. Acesso em: 7 jun. 2025.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei N° 9.077**. Disponível em:

<<http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repLegisComp/Lei%20n%C2%BA%2009.077.pdf>>.

Acesso em: 7 jun. 2025.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GOVERNANÇA E GESTÃO. **Atlas Socioeconômico Do Rio Grande Do Sul/Rio Grande Do Sul**: Departamento De Planejamento Governamental, 2021.

Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/edicao>>. Acesso em: 26 abr. 2023.

SILVA, L. L. Gerenciamento de resíduos e sua importância para o sistema de gestão ambiental. **Revista Interdisciplinar Pensamento Científico, 2(2), 2016**. Disponível em: <<http://reinpec.cc/index.php/reinpec/article/view/133>>. Acesso em: 26 abr. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS - SINIR.

**Duvida Gerais do Sistema MTR Mapas**. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/mapas/gestao-residuos-solidos>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

# A Geodiversidade no planejamento e licenciamento ambiental no Rio Grande do Sul

Tanice Cristina Kormann<sup>1\*</sup>, Glaucus Vinicius Biasetto Ribeiro<sup>2</sup>,  
Jaqueline Dickel Bilhar<sup>3</sup>, Rafael Midugno<sup>1</sup>, Rafael Fernandes e Silva<sup>4</sup>,  
Luciana Regina Petry Anele<sup>1</sup>, Claudia Bos Wolff<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Divisão de Planejamento Ambiental, <sup>2</sup>Departamento de Qualidade Ambiental,  
<sup>4</sup>Divisão de Monitoramento Ambiental, Fundação Estadual de Proteção Ambiental  
Henrique Luis Roessler, FEPAM, Av. Borges de Medeiros, 261, Sala 910, Centro,  
Porto Alegre, RS – 90.020-021 <sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista  
\*Autora para correspondência, e-mail: tanice-kormann@fepam.rs.gov.br

## RESUMO

Ao longo da sua atuação, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM) vem elaborando instrumentos de planejamento ambiental, visando auxiliar no estabelecimento de critérios para o licenciamento ambiental das atividades de potencial impacto poluidor. Nessa trajetória, o tema da geodiversidade vem ganhando espaço nas discussões, de modo que o presente artigo busca apresentar uma cronologia da inserção dessa temática nos instrumentos de planejamento e licenciamento ambiental no Estado. Inicialmente, o assunto foi tratado de forma pontual, na medida em que questões envolvendo a geoconservação se fizeram relevantes na análise de pedidos de licenças ambientais em zoneamentos para licenciamento de atividades específicas. As discussões surgidas a partir de processos de licenciamento levaram ao desenvolvimento de pesquisas que contribuíram para discussões que resultaram na publicação de Diretriz Técnica. O documento define procedimentos para identificação e avaliação de geossítios e sítios da geodiversidade no licenciamento ambiental estadual, atuando como uma ferramenta que permite a inserção da avaliação do geopatrimônio de forma sistemática durante a avaliação de impactos de atividades potencialmente poluidoras no processo de licenciamento ambiental.

**Palavras-chave:** Geoconservação, geopatrimônio, geossítio, planejamento ambiental, sítio da geodiversidade.

## Geodiversity in environmental planning and licensing in Rio Grande do Sul

### ABSTRACT

Since the 90's the Environmental Protection Agency of the Rio Grande do Sul State, Southern Brazil - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM) - has been developing environmental planning instruments to help to establish criteria for the environmental permits of activities with significant pollution impact potential. As the topic of geodiversity has been gaining ground in discussions along the way, this article presents a chronological approach of geodiversity inclusion in the environmental planning and permit instruments elaborated by FEPAM. The issue deals with a one-off basis to the extent that questions related to geoconservation became relevant to the analysis of permit applications and were broken down into environmental zoning for certain activities. The discussions that arose in many permit applications led to the development of an academic research project that contributed to internal discussions in FEPAM. The result was the publication of an Environmental Guideline that defines procedures for identifying and evaluating geosites and geodiversity sites during the permit analyses conducted by FEPAM. The Guideline systematically includes the evaluation of geopatrimony in the scope of environmental permit analysis, during the assessment of the impacts of potentially polluting activities in the environmental licensing process.

**Keywords:** Geoconservation, geoheritage, geosite, environmental planning, geodiversity site.

## Introdução

A geodiversidade é tema que ganha relevância a partir do I Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, realizado em 1991, na cidade de Digne-les-Bains, França. Pesquisadores e cientistas se reuniram para chamar a atenção sobre a necessidade de proteção do patrimônio geológico e geomorfológico. O documento Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra evidenciou a necessidade de adoção de medidas legais, organizacionais e orçamentárias visando à proteção de locais de valor geológico-geomorfológico em função dos seus elementos abióticos. Neste contexto, o conceito de geodiversidade surge para enfatizar a diversidade natural de feições geológicas (i.e., rochas, minerais e fósseis), geomorfológicas (i.e., formas de relevo, topografia e processos físicos), pedológicas (i.e., solo) e hidrológicas (i.e., águas superficiais e subterrâneas), incluindo assembleias, estruturas e sistemas que dão suporte às paisagens (Gray, 2013).

Locais de elevado valor científico atrelado à geodiversidade *in situ* são denominados de geossítios e, quando associados a outros valores, são denominados como sítios da geodiversidade (Brilha, 2016). Os geossítios são relevantes para a compreensão dos processos geológicos e da história da Terra. Já os sítios da geodiversidade apresentam valores culturais, educacionais e turísticos atrelados a valores simbólicos e identitários. Com uma maior dimensão espacial, os geoparques são territórios com limites definidos, onde são encontrados sítios e paisagens de significativo valor geológico, paleontológico, arqueológico, apelo cênico, expressiva biodiversidade e potencial turístico, sendo integrados e geridos com práticas de proteção, educação e desenvolvimento sustentável, envolvendo as comunidades locais (UNESCO, 2020).

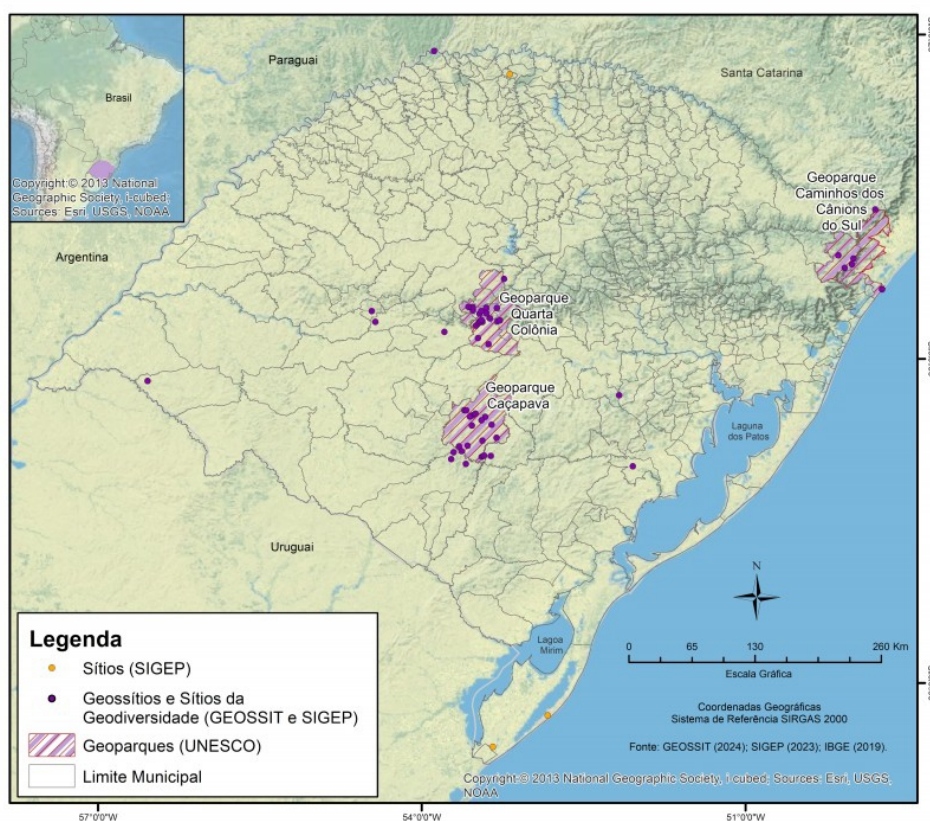
Neste sentido, os geoparques englobam um conjunto de sítios da geodiversidade e geossítios, sendo a sua criação uma das principais ferramentas da geoconservação. Estes espaços se inserem no programa de certificação de territórios vinculado à UNESCO, entidade responsável pela chancela dos territórios. Por sua vez, a geoconservação é um conjunto de metodologias, estratégias e práticas visando proteger, valorizar e divulgar os locais de relevância para a geodiversidade que compõem o geopatrimônio de determinada região, com objetivo de conservação para as futuras gerações (Brilha, 2016).

Ao longo das últimas décadas, os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico/ geopatrimônio vêm ganhando maior espaço na esfera de proteção do patrimônio mundial ao abarcar a componente abiótica das paisagens, tendo como elementos centrais as formas de relevo e os processos responsáveis pela sua origem (Carcavilla et al., 2008; Silva et al., 2020). O conceito de patrimônio é culturalmente construído, refletindo os contextos históricos e culturais, que, por sua vez, se refletem em uma constante modificação ao longo dos anos (Coratza & Hobléa, 2018; Castro et al., 2018).

Diversos autores têm considerado os patrimônios geológico, geomorfológico e cultural como indissociáveis, indicando a necessidade de uma perspectiva integral na abordagem do assunto (Reynard & Giusti, 2018; Castro et al., 2018; Kormann & Wiggers, 2024). Para tanto, o presente artigo utiliza o conceito de geopatrimônio remetendo a um sentido integral dos valores associados ao local de interesse da geodiversidade, no qual se busca designar a parte do patrimônio natural de uma dada área, constituído por aspectos da geodiversidade dotados de valor geológico e geomorfológico excepcional e, portanto, dignos de salvaguarda para as gerações presentes e futuras, podendo incluir elementos *in situ*, passando a incorporar as paisagens de elevado valor estético na forma de geossítios, além de elementos *ex situ* que correspondem às coleções de amostras geológicas (Brilha, 2016; IUCN, 2017; Reynard & Giusti, 2018; Vieira & Steinke, 2021).

Aproximando o tema do contexto nacional, as discussões avançam no final da década de 1990 com a criação da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Brasil (SIGEP). Trata-se de órgão colegiado que congrega várias instituições dentre as quais a Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), o Serviço Geológico do Brasil (SGB) - antiga CPRM, a Agência Nacional de Mineração (ANM) - antigo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), a Petrobras, a Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo), a Sociedade Brasileira de Paleontologia (SBP) e a União da Geomorfologia Brasileira (UGB).

Desde então, a lista do geopatrimônio brasileiro vem sendo objeto de inventariamento. A principal plataforma que disponibiliza informações sobre o tema é o Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Biodiversidade (GEOSSIT), mantido pelo SGB, e atual protagonista na catalogação e responsável pelo Projeto Patrimônio Geológico do Brasil (SGB, 2024). O GEOSSIT é uma ferramenta de sistematização de dados, de acesso rápido e que permite indicar a localização dos pontos de interesse da geodiversidade (Winge & Schobbenhaus, 2022). Atualmente, são 55 geossítios e sítios da geodiversidade considerados relevantes para a proteção no Estado no GEOSSIT, a maioria situados dentro ou próximo aos geoparques. Além destes, a lista da SIGEP inclui ainda outros três geossítios publicados e aprovados que não constam no GEOSSIT. A Figura 1 apresenta mapa do geopatrimônio reconhecido no Estado do Rio Grande do Sul.



**Figura 1** – Geoparques, geossítios e sítios da geodiversidade no Rio Grande do Sul. Fonte: elaborado pelos autores.

Na atualidade, o estado do Rio Grande do Sul possui três territórios reconhecidos pela UNESCO como geoparques mundiais, sendo o Estado brasileiro com maior número desse tipo de território chancelado. O primeiro geoparque reconhecido, Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul, abrange um total de sete municípios, sendo três situados no Rio Grande do Sul (Torres, Mampituba e Cambará do Sul) e quatro no Estado de Santa Catarina (Morro Grande, Timbé do Sul, Jacinto Machado e Praia Grande). Na porção central do Estado, situa-se o Geoparque Quarta Colônia que abrange nove municípios: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Ivorá, Nova Palma, Pinhal Grande, Restinga Seca, São João do Polêsine e Silveira Martins. Por fim, o Geoparque Caçapava abrange o território do município de Caçapava do Sul, situado na Serra do Sudeste.

Na legislação ambiental brasileira, as cavidades naturais subterrâneas integram o Patrimônio Espeleológico Nacional, às quais se impõe a necessidade de preservação e conservação (BRASIL, 2004). O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) é o órgão responsável pela organização de dados sobre o patrimônio espeleológico brasileiro, realizada por meio do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE). O patrimônio paleontológico também conta com mecanismos de proteção, no entanto, os demais locais de interesse da geodiversidade não possuem regulamentação legal específica de proteção, o que indica a relevância da abordagem do tema no âmbito de instituições responsáveis pelo planejamento e licenciamento ambiental.

### *Geodiversidade no planejamento ambiental do Estado*

No Rio Grande do Sul, a FEPAM, órgão público executivo, possui atribuições quanto ao licenciamento, planejamento, monitoramento e fiscalização ambiental. O Código Estadual do Meio Ambiente, instituído pela Lei nº 15.434/2020 traz em seu Título II, Capítulo I, Art. 15 os objetivos do planejamento ambiental, dentre os quais está “(...) articular os aspectos ambientais dos vários planos, programas e ações previstos na Constituição do Estado e na legislação, em especial relacionados com (...) o patrimônio cultural.” (Rio Grande do Sul, 2020a).

Em consonância com suas atribuições e normativas internas, a FEPAM, ao longo da elaboração de estudos de gestão ambiental, tem buscado estabelecer diretrizes de preservação, referentes ao tema da geodiversidade, mesmo que não utilizando explicitamente esta nomenclatura. Geralmente associadas ao meio físico, as diretrizes envolvendo a preservação da geodiversidade foram responsáveis por assegurar a preservação de alguns dos componentes da geodiversidade do Estado. Cabe mencionar que o Rio Grande do Sul aplica a proteção ao patrimônio paleontológico, com base na Lei nº 11.837, de 04 de novembro de 2002 (Rio Grande do Sul, 2002).

Um dos primeiros documentos a propor diretrizes para o gerenciamento costeiro, publicado no ano de 2000 e denominado Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte, menciona elementos de significativa relevância para a geodiversidade local. Dentre as principais paisagens de relevância regional este instrumento de planejamento destaca as bordas do planalto, além dos campos de dunas. Em cada caso são apresentadas metas visando assegurar a conservação destes ambientes, a exemplo da indicação de preservação de uma faixa com largura mínima de 100 m para as bordas de planalto (Rio Grande do Sul, 2000).

Na esteira da ampliação das discussões e da elaboração dos instrumentos de gestão ambiental, o Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura – ZAS foi finalizado no ano de 2009. Este documento apresenta diretrizes para a proteção do geopatrimônio, destacando aspectos específicos da geodiversidade tal como no exemplo: “deverá ser mantida distância dos paredões rochosos com área suficiente para preservar as espécies da flora características do ambiente” (Rio Grande do Sul, 2009).

Apesar de não mencionar de maneira explícita os termos “geodiversidade” ou “geopatrimônio”, o conteúdo expresso nestes conceitos é trazido de maneira específica pelo órgão ambiental, ao indicar ferramentas para assegurar a proteção de locais de interesse geológico e geomorfológico. Deste modo, o ZAS contém indicações específicas para cada unidade de paisagem, que correspondem a uma regionalização em função das características naturais do Estado. Assim, a proteção dos componentes de relevância da geodiversidade local é observada, como no exemplo dos areais no sudoeste gaúcho: “(...) que representam ecossistemas diferenciados originados por processo natural” (Rio Grande do Sul, 2009).

Havendo sobreposição entre locais de interesse para a geodiversidade e para a atividade econômica que se pretende instalar, o instrumento prevê critérios mínimos a serem observados durante o licenciamento ambiental, dentre eles a proibição de plantios florestais em topos de morro, bem como no terço superior destas elevações. Além desta abordagem, há a indicação de medidas para empreendimentos projetados neste tipo de local, constando como diretrizes o estabelecimento de uma faixa de proteção no entorno dos morros-testemunhos “com largura definida em projeto técnico visando a conservação da fauna, da flora e da paisagem” (Rio Grande do Sul, 2009). Neste contexto, os morros-testemunhos com afloramentos rochosos têm assegurada uma faixa mínima:

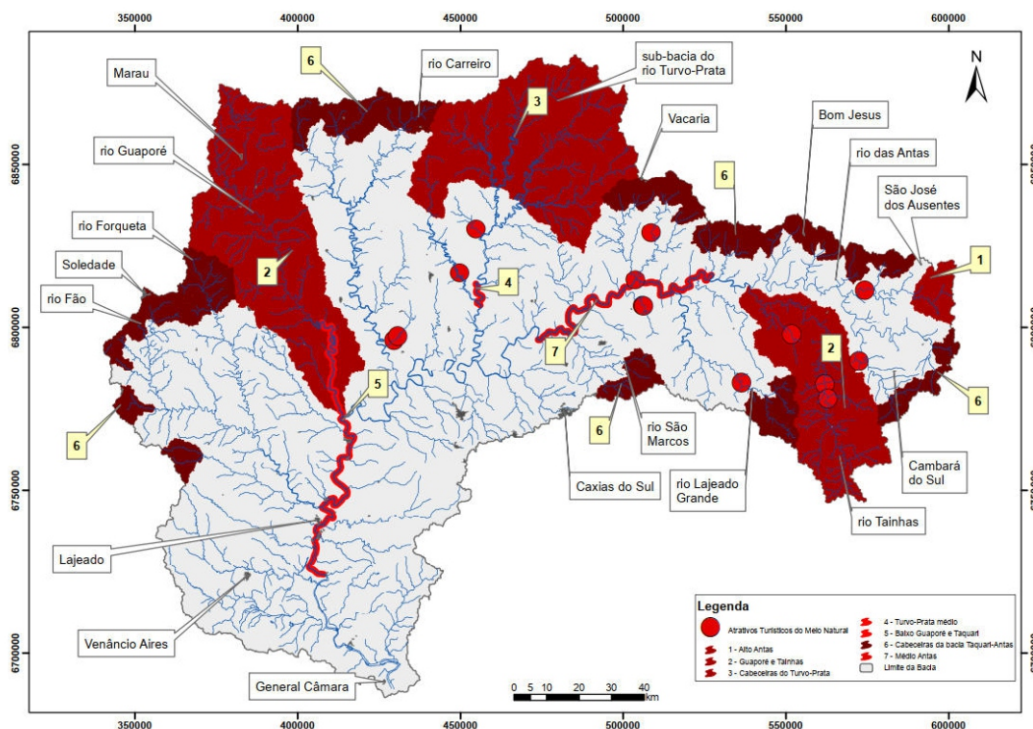
(...) deverá ser observada uma faixa de transição de uso no entorno dos plantios em relação às áreas de interesse turístico e paisagístico, compatível com a preservação de seu valor paisagístico e potencial turístico, definida em critérios utilizados na conservação da paisagem(...)

Em consonância com o contexto histórico, o gradativo aumento das discussões a respeito da proteção da geodiversidade vem se refletindo na inserção direta do tema nos instrumentos de planejamento ambiental desenvolvidos pela FEPAM. Em 2017 foi publicada a “Avaliação Ambiental Regional na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas para fins de Licenciamento de Empreendimentos Hidrelétricos”, na qual constam as seguintes orientações:

Não implantar aproveitamento hidrelétrico nos locais definidos como atrativos turísticos pontuais relacionados ao meio natural. Para preservar os aspectos ambientais, paisagísticos e potenciais turísticos, em associação com a hidrografia (como cachoeiras, campings e balneários), englobados pelo conceito de geodiversidade que tem como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico (Becker et al., 2017).

De forma explícita, este trecho estabelece os componentes da geodiversidade que devem ser considerados durante o licenciamento ambiental de empreendimentos hidrelétricos na referida bacia hidrográfica. A elaboração do instrumento também contou com a adoção destes critérios para estabelecer o impedimento de implantação de empreendimentos hidrelétricos em 12 quedas d'água de maior relevância para a geodiversidade. No ano de 2019, foram inseridas outras duas quedas d'água por demanda da comunidade, em função da beleza cênica e dos usos associados ao lazer.

Desta forma, o instrumento de planejamento ambiental leva em conta os componentes da geodiversidade local como essenciais para o desenvolvimento de atividades pela sociedade, o que é expresso pelos usos de lazer (balneários) e turísticos já em curso, sendo estes locais considerados como pontos impróprios para instalação de empreendimentos de geração de energia por fonte hídrica no zoneamento ambiental. A Figura 2 apresenta o mapa síntese da atividade de geração de energia hídrica na Bacia do Rio Taquari Antas incluindo as quedas d'água (constando como atrativos turísticos do meio natural na legenda) como locais impróprios para o licenciamento desta tipologia de empreendimento.



**Figura 2** – Zoneamento da atividade de geração de energia hídrica na Bacia do Rio Taquari Antas. Fonte: Becker et al., 2017.

Outro instrumento de planejamento da FEPAM, que visa subsidiar o licenciamento ambiental de atividades de geração e distribuição de energia, é denominado Diretrizes e Condicionantes para Licenciamento Ambiental nas Regiões com Potencial Eólico do RS (Rio Grande do Sul, 2014), sendo posteriormente publicado por meio da Resolução CONSEMA nº 433/2020 (Rio Grande do Sul, 2020b). Neste documento, o tema da geodiversidade é aplicado em vários itens, como nos exemplos indicados na sequência:

Garantir a manutenção das paisagens de referência da comunidade, de patrimônio ambiental, histórico e cultural na AID e AII do empreendimento, considerando o efeito sinérgico da possibilidade de construção de vários empreendimentos; evitar a localização dos empreendimentos em áreas de relevo ruiformes (guaritas); não ocupar as áreas de campos de dunas, praias, lagoas e pontais; evitar a interferência dos empreendimentos nos morros testemunhos da região, salientando-se o geossítio astroblema do Cerro do Jarau; e outros (Rio Grande do Sul, 2014).

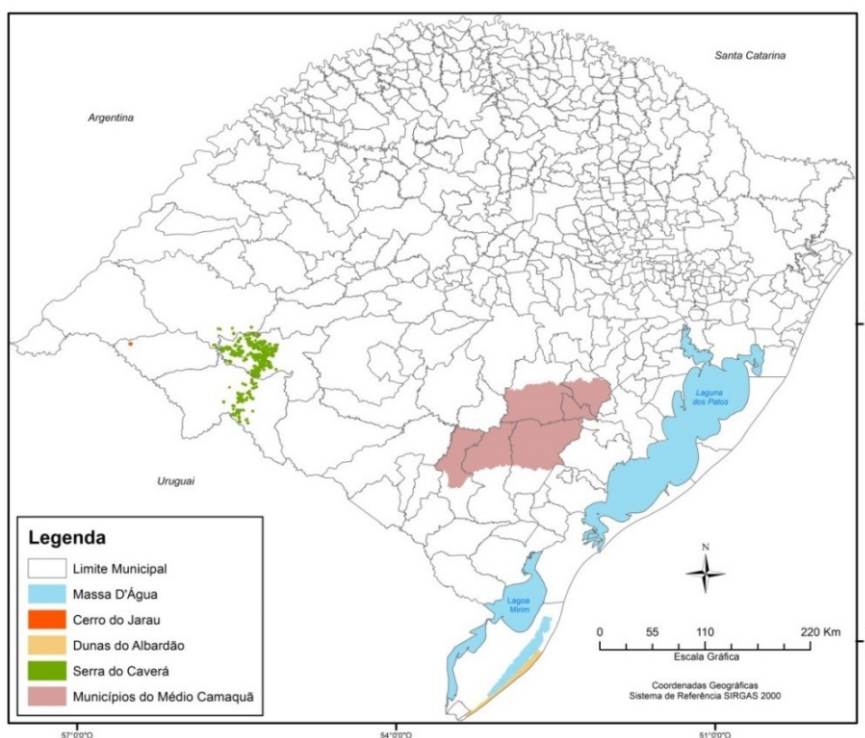
Este trecho ilustra como locais de interesse para a geodiversidade estão associados aos valores simbólicos e identitários para indivíduos e coletividades, a exemplo de paisagens como Cerro dos Porongos e o Cerro do Jarau (Kormann & Wiggers, 2021). Tais paisagens ancoram lendas e histórias que são fundamentais para a formação da identidade do gaúcho, sendo considerados como locais impeditivos para a implantação de atividades no documento Diretrizes e Condicionantes para Licenciamento Ambiental nas Regiões com Potencial Eólico do RS (Rio Grande do Sul, 2014).

A partir destes exemplos de inserção da geodiversidade no planejamento ambiental é possível considerar que as discussões a respeito da proteção da geodiversidade vêm assumindo uma perspectiva mais abrangente e interdisciplinar, passando a levar em conta valores associados à singularidade dos elementos paisagísticos, à relevância cultural e aos usos turísticos. O reconhecimento de bens, elementos e espaços, enquanto patrimônio, depende do valor simbólico que estes assumem em cada sociedade (Castro et al., 2018; Coratza & Hobléa, 2018). Desta forma, a prática do planejamento ambiental tem revelado o uso do conceito de geopatrimônio em uma perspectiva integrada, a partir da interface com outros valores culturais, conforme sugerido por Reynard & Giusti (2018).

### ***Geodiversidade no licenciamento ambiental do Estado***

A dificuldade de valorar componentes da geodiversidade, durante análise de Estudos de Impacto Ambiental - EIA de diferentes tipologias de empreendimentos, dentre outras questões, decorre e reflete o caráter segmentado dos estudos, que dividem os conhecimentos em meios: físico, socioeconômico e biótico. Em geral, a análise é realizada por especialistas, cada qual analisando documentos relacionados com sua área de atuação profissional. Este tipo de abordagem pode dificultar a identificação dos sítios de relevância para a geodiversidade, já que esta definição é dependente de abordagens integradoras e transversais, exigindo olhares multidisciplinares dos analistas ambientais. Deste modo, a maioria dos EIAs não abordam o assunto, o que sugere a necessidade de inserção do tema nos Termos de Referência que orientam os estudos solicitados no licenciamento ambiental.

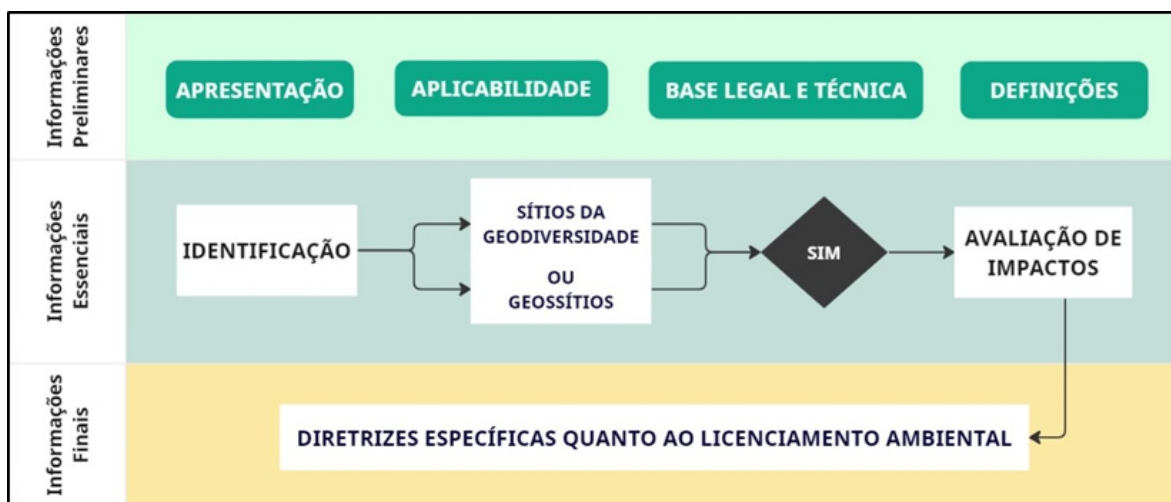
Entre os anos de 2016 e 2018 foram analisadas situações específicas de possíveis impactos a serem gerados em locais de valor quanto à geodiversidade, como o Cerro Partido, no município de Encruzilhada do Sul, e o entorno do Cerro do Vacaquá, no município de Rosário do Sul, dando início às discussões para o desenvolvimento de estratégias para abordar o tema. Ao longo dos anos de 2018 e 2020 foram pesquisados o Cerro dos Porongos e a Pedra das Torrinhas na Bacia Hidrográfica do Rio Camaquã (Bilhar et al., 2022), o Cerro Torneado e o Cerro Palomas na Serra do Caverá (Vicari et al., 2023), além do Cerro do Jarau (Ribeiro et al., 2020) e das Dunas do Albardão (Wolfarth et al., 2021). O mapa dos territórios pesquisados é apresentado abaixo (Figura 3).



**Figura 3** – Localização das pesquisas realizadas entre os anos de 2018 e 2021. Fonte: elaborado pelos autores.

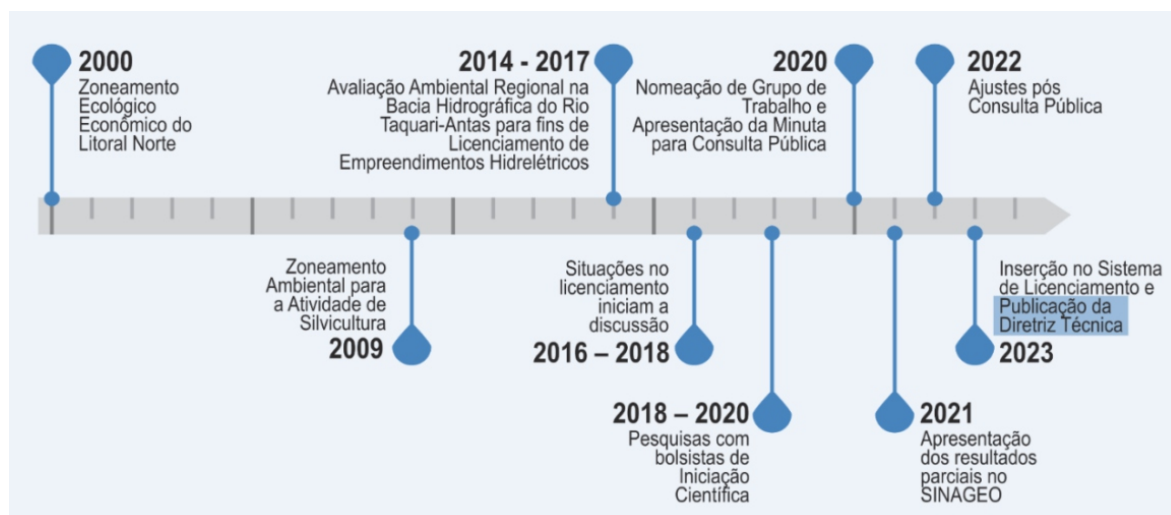
Caso identificada a ocorrência de elementos abióticos com potencial relevância para a geoconservação, os analistas ambientais podem solicitar que o empreendedor realize esta avaliação em qualquer etapa do ato licenciatório e para quaisquer atividades passíveis de licenciamento. A Diretriz Técnica nº 12/2023 ainda estabelece o escopo do que deverá ser minimamente avaliado por responsáveis técnicos do empreendimento na elaboração dos estudos ambientais, assim como o que deve ser observado pelos analistas do órgão ambiental durante o rito de licenciamento ambiental. Esta solução visa evitar omissões, já que o profissional responsável pelas informações do licenciamento possui Anotação de Responsabilidade Técnica – ART, atrelada ao processo, sendo responsável criminal e judicialmente pelas informações prestadas.

A partir dos parâmetros propostos na metodologia, deverá ser indicado o grau de relevância para cada sítio da geodiversidade e geossítio presente na área do empreendimento, para, na sequência, proceder à avaliação de impacto ambiental em tais locais de interesse. Os projetos apresentados ao Órgão Ambiental deverão prever análise detalhada de impactos, bem como propor métodos para mitigação ou anulação dos impactos negativos das atividades que se pretende instalar. Na sequência é apresentado um fluxograma síntese dos itens que compõem este instrumento de gestão, ilustrando as principais etapas para sua aplicação (Figura 4).



**Figura 4** – Fluxograma dos itens e etapas que compõem a Diretriz Técnica nº 12/2023.

A trajetória de inserção da geodiversidade no planejamento e licenciamento, conduzidos pela FEPAM, é apresentada por meio de uma linha do tempo contendo os principais momentos e instrumentos mencionados ao longo do texto (Figura 5).



**Figura 5** – Trajetória da inserção da geodiversidade no planejamento e licenciamento ambiental do Estado. Fonte: elaborado pelos autores.

De maneira geral, nos primeiros anos, a abordagem da geodiversidade era pontual nos instrumentos de planejamento e de modo indireto no licenciamento ambiental, por meio dos principais elementos de relevância do meio abiótico levando em conta as especificidades de cada paisagem. Nos últimos anos, a chancela de três Geoparques da UNESCO em território gaúcho e as situações práticas no licenciamento ambiental têm sinalizado a necessidade de inserção do geopatrimônio de maneira direta e sistemática no âmbito do licenciamento ambiental.

O pioneirismo da inserção do tema na avaliação do impacto ambiental durante o licenciamento ambiental é registrado com a publicação da Diretriz Técnica FEPAM nº 12/2023. Dentre os principais avanços deste instrumento destaca-se o diálogo interinstitucional, caso verificada a ocorrência de local de interesse para a geoconservação, a fim de repassar as informações do licenciamento ambiental às instituições responsáveis.

### Considerações Finais

O presente artigo buscou apresentar a trajetória de inserção da geodiversidade, inicialmente no planejamento ambiental e, mais recentemente, no licenciamento ambiental. Ao longo das duas primeiras décadas do século XXI, o tema da geodiversidade já figurava de modo indireto entre as diretrizes. Na maioria das vezes, apesar de não mencionar explicitamente o termo geodiversidade, eram inseridos alguns de seus elementos de relevância, como afloramentos rochosos e paisagens de referência. Com uma trajetória de evolução que ocorre em paralelo às discussões do tema no cenário internacional, mais recentemente as discussões avançam na direção da construção de uma abordagem mais direta, sistemática e abrangente por meio da Diretriz Técnica nº 12/2023. Trata-se de um avanço importante da consolidação da relevância da geodiversidade no planejamento, além da iniciativa pioneira de inserção do tema na avaliação do impacto ambiental durante o licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos potencialmente impactantes.

### Agradecimentos

Às valiosas contribuições dos avaliadores, aos bolsistas de Iniciação Científica, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da FEPAM e ao CNPq pelas bolsas outorgadas, bem como aos participantes da Consulta Pública.

### Referências bibliográficas

BECKER, F. G.; PINEDA, M. D.; PERELLÓ, L. F. C.; PAGEL, S. M.; RIBEIRO, G. V. B.; LEITE, E. H.; AUDIBERT, E. A.; GUADAGNIN, D. L. Síntese da avaliação ambiental regional na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari-Antas para fins de licenciamento de empreendimentos hidrelétricos. **Fepam em Revista**. Porto Alegre. v.11, n.1 e 2, 2017, p. 5-25.

BILHAR, J. D.; KORMANN, T. C.; SILVA, R. F.; MIDUGNO, R. Identificação de Sítios da Geodiversidade na bacia hidrográfica do rio Camaquã: avaliação dos valores culturais, turísticos e riscos de degradação. **Revista Thema**, v. 21, p. 190-209, 2022. DOI: 10.15536/thema.V21.2022.190-209.2225

BRASIL. Resolução CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004. Brasília, DF: Senado. 2004.

BRILHA, J. B. R. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a review. **Geoheritage**, 2016. v. 8, n. 2, p.119-134. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/geossit/app/webroot/files/Brilha\\_2016\\_Geoheritage.pdf](http://www.cprm.gov.br/geossit/app/webroot/files/Brilha_2016_Geoheritage.pdf). Acesso em: 7 fev. 2023.

CARCAVILLA, L.; DÚRAN, J. J.; LÓPEZ-MARTINÉZ, J. Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. **Geo-Temas**, v. 10, p. 1299-1303. 2008. Disponível em: [https://www.igme.es/patrimonio/descargas/concepto\\_Geodiversidad.pdf](https://www.igme.es/patrimonio/descargas/concepto_Geodiversidad.pdf). Acesso em: 9 abr. 2022.

CASTRO, A. R. S. F.; MANSUR, K. L.; CARVALHO, I. S. Reflexões sobre as relações entre geodiversidade e patrimônio: um estudo de caso. **Terr@ Plural**, v. 12, n. 3, p. 383-403. 2018. DOI: 10.5212/TerraPlural.v.12i3.0007

CORATZA, P.; HOBLÉA, F. **The specificities of geomorphological heritage**. In: REYNARD, E., BRILHA, J. (Orgs.). *Geoheritage: Assessment, Protection and Management*. Amsterdam: Elsevier; 2018. p. 87-106.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 2 ed. Chichester: John Wiley & Sons; 2013.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Geodiversity, Geoheritage & Geoconservation: the ProGEO simple guide**, 2017. Disponível em: [https://iucn.org/sites/default/files/2022-09/progeo\\_leaflet\\_en\\_2017.pdf](https://iucn.org/sites/default/files/2022-09/progeo_leaflet_en_2017.pdf). Acesso em: 27 fev. 2021.

KORMANN, T. C.; WIGGERS, M. M. Interface entre patrimônio geomorfológico e cultural no Pampa: discussão a partir do Cerro do Jarau e do Cerro dos Porongos (Rio Grande do Sul, Brasil). **Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente**, v. 3, p. 3-22. 2021.

KORMANN, T. C.; WOLFF, C. B.; BILHAR, J. D.; SILVA, R. F.; RIBEIRO, G. V. B.; SPOLAVORI, C. A.; ANELE, L. R. P.; MIDUGNO, R. O Geopatrimônio no licenciamento ambiental do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 44, p. e226551, 2024.

REYNARD, E.; GIUSTI, C. **The Landscape and the Cultural Value of Geoheritage**. In: REYNARD, E., BRILHA, J. (Orgs.). *Geoheritage: Assessment, Protection and Management*. Amsterdam: Elsevier; 2018. p. 147-166.

RIBEIRO, J. G. J.; KORMANN, T. C.; VERDUM, R. Impacto visual de empreendimento eólico na paisagem do Cerro do Jarau por meio de simulação digital. **Revista de Geografia**. Juiz de Fora: UFJF, v. 10, n. 2, p. 154-168, 2020.

RIO GRANDE DO SUL. **Diretrizes ambientais para o desenvolvimento dos municípios do litoral norte**. Porto Alegre: Fepam/ Programa de Gerenciamento Costeiro, 2000. (Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental, v. 1).

RIO GRANDE DO SUL. **Modificação na Lei nº 11.738, de 13 de janeiro de 2002**. Declara Integrantes do Patrimônio Cultural do Estado os Sítios Paleontológicos localizados em Municípios do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Porto Alegre: 2002.

RIO GRANDE DO SUL **Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM. Zoneamento Ambiental da Silvicultura.** Porto Alegre: SEMA/RS, 2009.

RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. **Portaria nº 118, de 01 de dezembro de 2014.** Dispõe acerca da regulamentação do art. 3º da resolução CONAMA 462/2014 e estabelece os critérios (...). Porto Alegre, 2014.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Estadual nº 51.874, 02 de outubro de 2014.** Aprova o Regimento Interno da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM. Porto Alegre: 2014.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei Estadual nº 15.434, de 9 de janeiro de 2020.** Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Código Estadual de Meio Ambiente. Porto Alegre: 2020a.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA nº 433/2020.** Dispõe sobre os procedimentos e critérios para a instalação e o licenciamento ambiental da atividade de geração de energia a partir de fonte eólica no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 2020b.

RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. Diretriz Técnica Nº 12/2023, **Diretriz Técnica para a identificação e avaliação de geossítios e sítios da geodiversidade no Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: 2023.

SGB - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geossit.** Brasil: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/geossit/>. Acesso em: 16 nov. 2024.

VICARI, E. G.; KORMANN, T. C.; SILVA, R. F.; RIBEIRO, G. V. B. Identificação de sítios da geodiversidade na Serra do Caverá, sul do Brasil: a singularidade dos cerros Palomas e Torneado. **Revista Physis Terrae**, v. 5, p. 167-186, 2023. DOI: 10.21814/physisterrae.5565.

VIEIRA, A.; STEINKE, V. A. **O geopatrimônio e seu enquadramento no conceito de patrimônio.** In: SOUZA-FERNADES, L. C. de; ARAGÃO, A.; SÁ, A. A. (Orgs.) Novos rumos do direito ambiental: um olhar para a geodiversidade. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 2021. p. 163-182.

UNESCO - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA. **Convenção para a Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial.** Paris: UNESCO, 2020. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/earth-sciences/>. Acesso em: 03 out. 2021.

WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C. **Geodiversidade, Geossítios e Patrimônio Natural do Brasil: A ação da SIGEP - Comissão Brasileira De Sítios Geológicos e Paleobiológicos.** SIGEP, 23 abr. 2022. Disponível em: [https://sigep.eco.br/Geossitios\\_Sigep.pdf](https://sigep.eco.br/Geossitios_Sigep.pdf). Acesso em: 03 mar. 2024.

WOLFARTH, M.; RIBEIRO, G. V. B.; E SILVA, R. F.; MIDUGNO, R. **As dunas do Albardão e os valores da geodiversidade – RS.** Seminário de Estudos Ambientais PIBIC - FEPAM, IV, 2021, Porto Alegre: RS. Anais do IV Seminário de Estudos Ambientais PIBIC- FEPAM 2021, 05 e 06 de outubro de 2021. Org. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler. - Porto Alegre: FEPAM, 2021. 27 p. Disponível em: [https://ww3.fepam.rs.gov.br/programas/pibic/SEA/SEA\\_PIBIC\\_FEPAM\\_2021\\_Anais.pdf](https://ww3.fepam.rs.gov.br/programas/pibic/SEA/SEA_PIBIC_FEPAM_2021_Anais.pdf) Acesso em: 16 jan. 2025.

# Notícias

## Protagonismo Climático: Sema e Fepam integram a comitiva gaúcha na COP30 em Belém



Delegação gaúcha apresentará projetos de descarbonização, transição energética e adaptação climática em conferência da ONU

A Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (Sema) e a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam) integram a comitiva do Rio Grande do Sul na 30ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática (COP30), que está prevista para ocorrer entre os dias 10 e 21 de novembro, em Belém (PA). As instituições levarão à conferência uma série de entregas e projetos voltados à transição energética, descarbonização e adaptação climática, reafirmando o protagonismo do Estado na agenda ambiental nacional.

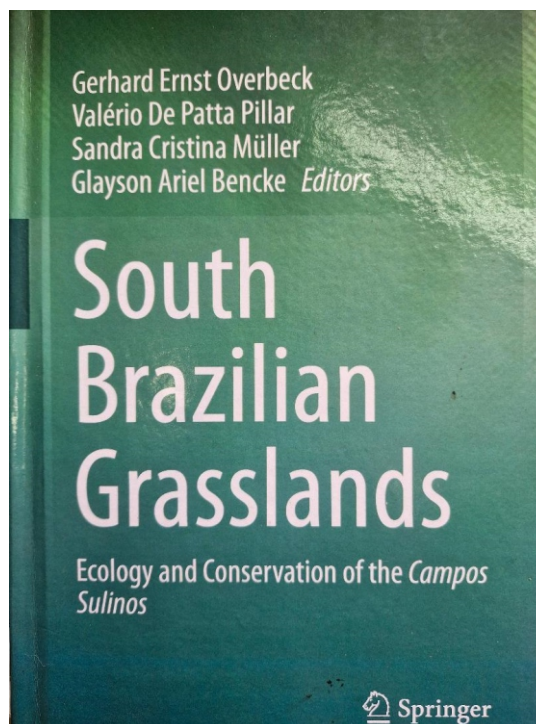
As iniciativas gaúchas na COP30 estarão organizadas em dois eixos principais: Redução e Mitigação das Emissões e Resiliência e Adaptação. Ao longo do evento, a Sema e a Fepam devem participar de mais de 20 atividades, atuando como painelistas, participantes ou ouvintes, além de integrarem reuniões bilaterais com bancos internacionais e instituições de referência. Também estão previstas participações em assembleias e eventos oficiais da ONU, além de encontros ministeriais que discutirão caminhos para o fortalecimento das políticas ambientais no país.

# Bibliografia Comentada

## South Brazilian grasslands

South Brazilian grasslands: Ecology and conservation of the Campos Sulinos. OVERBECK, Gerhard Ernst; PILLAR, Valério de Patta; MULLER, Sandra Cristina; BENCKE, Glayson Ariel, Editores. Cham, Suíça: Springer, 2024. 555 p. ISBN : 978-3-42579-0.

O livro apresenta uma visão abrangente e multidisciplinar sobre os campos sulinos, um complexo de ecossistemas único no Brasil. Apesar de sua notável riqueza biológica e dos relevantes serviços ecossistêmicos que oferece, a biodiversidade da região e sua conservação seguem amplamente negligenciadas, tanto em nível nacional quanto internacional. A obra reúne uma síntese atualizada do conhecimento científico sobre a biodiversidade e os fatores que a influenciam nos campos do sul do Brasil e em ecossistemas associados. Além disso, discute desafios e opções para a conservação desses ambientes, bem como estratégias de manejo voltadas à manutenção de uma singularidade ecológica.



A edição da obra resultou do trabalho de especialistas com larga experiência em pesquisas na região. Dentre esses, o Biólogo Glayson Ariel Bencke, do Museu de Ciências Naturais da SEMA-RS.

O livro está disponível na Biblioteca da Divisão de Pesquisa e Manutenção de Coleções Científicas DPMCC (SEMA) no Jardim Botânico.

## Flora do Pampa

“Flora do Pampa - Guia de Espécies da Fauna e Flora do Bioma Pampa no Estado do Rio Grande do Sul” Anderson Santos de Mello; Martin Grings. — Rio Grande do Sul: TheMediaGroup, 2025. 804 p. : il. — (Guia de espécies da fauna e flora do bioma Pampa; v..)

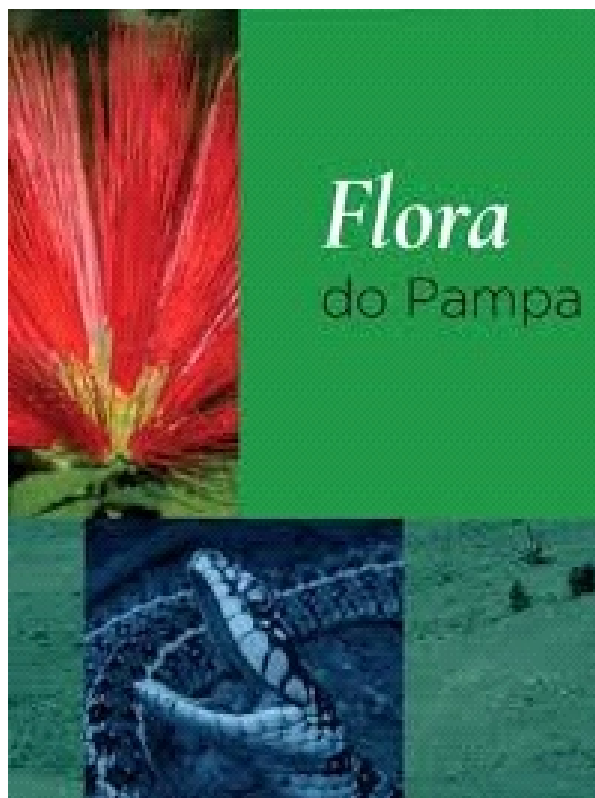
O livro apresenta 620 espécies tornando-se uma das maiores obras ilustradas voltadas ao tema, em um dos Biomas mais ameaçados do Brasil. A organização é da Eletrobrás, em parceria com o IBAMA e FEPAM, sendo parte das medidas compensatórias pela implantação de Parques Eólicos em Santa Vitória do Palmar e Chuí.

No passado, Erico Veríssimo immortalizou a associação dos ventos aos campos sulinos. Talvez anteviesse que, um dia, esses ventos se integrariam à economia do povo brasileiro como fonte de energia renovável

A geração eólica pode conviver harmonicamente com o bioma Pampa. Para isso, é essencial conhecer tanto os potenciais impactos das atividades relacionadas à instalação e operação dos parques eólicos, quanto as características do ambiente, bem como as espécies de plantas e animais que o compõem e suas interações. O livro é um guia

diversos públicos, organizados por reconhecidos especialistas e constituindo a melhor e mais atualizada base de conhecimento sobre a riqueza e diversidade da fauna e flora desse fantástico bioma.

A obra está disponível no link: [https://drive.google.com/file/d/1Tt-8781DrR1mY28XXTB-y-L9vz8wD8Nm/view?fbclid=PAZXh0bgNhZW0CMTEAAad3azhsN7PtO1N9Ps4tII09zye1sezFOCcijl\\_eWpJJTgQnVjqN9aMMiH4cfg\\_aem\\_8q57uT1ZUFuHF6xYpv5WUA](https://drive.google.com/file/d/1Tt-8781DrR1mY28XXTB-y-L9vz8wD8Nm/view?fbclid=PAZXh0bgNhZW0CMTEAAad3azhsN7PtO1N9Ps4tII09zye1sezFOCcijl_eWpJJTgQnVjqN9aMMiH4cfg_aem_8q57uT1ZUFuHF6xYpv5WUA)



# Normas para Publicação

## 1. Normas gerais para apresentação dos trabalhos

- 1.1 O estilo de redação deverá ser claro e coerente na exposição das ideias, observando-se o uso adequado da linguagem. Recomenda-se que o trabalho passe por uma revisão gramatical especializada antes de sua submissão por e-mail à Comissão Editorial;
- 1.2 Os trabalhos deverão ser digitados com o editor de texto Microsoft Word versão 6.0 ou superior;
- 1.3 Em folha anexa ao corpo do texto, deverão constar, centralizados o(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es) (ou, se necessário, a forma preferencial de sua citação), em fonte 12, negrito, espaço 1,0 entre linhas, separado(s) por espaço duplo entre a linha do(s) nome(s) e a do(s) local(is) da(s) instituição(ões) de sua vinculação, sendo os dados institucionais e de endereço em fonte 11, normal;
- 1.4 No caso de trabalho elaborado por vários autores, designar o autor para envio de correspondência, inserindo nesse nome um asterisco sobrescrito. O endereço postal completo e e-mail desse autor(a) deverá constar. Após os endereços, a seguinte linha deverá ser iniciada com um asterisco: \*Autor(a) para correspondência;
- 1.5 Os títulos e subtítulos deverão estar em negrito e ter apenas a primeira letra da primeira palavra em maiúscula.
- 1.6 O texto deverá ser escrito em português, utilizando-se o tipo Cambria, com tamanho de fonte 12, espaço 1,15 entre linhas e parágrafos, alinhamento justificado, folha A4, páginas não numeradas, margens superior e inferior com 2,5 cm, margem esquerda com 4,5 cm e margem direita com 2,5 cm;
- 1.7 Palavras estrangeiras deverão ser citadas em itálico. Nomes científicos de espécies e substâncias químicas, bem como unidades de pesos e medidas, deverão obedecer a regras e padrões internacionais;
- 1.8 As referências bibliográficas deverão estar de acordo com a NBR-6023 da ABNT;
- 1.9 Os trabalhos deverão ser encaminhados por e-mail para: [comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br](mailto:comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br).

## 2. Normas específicas

- 2.1 A avaliação inicial dos trabalhos incluídos nas categorias Artigo, Revisão de Literatura, Comunicação Técnica e Tradução de Trabalho será realizada pelos membros da Comissão Editorial, que decidirão sobre a sua aceitação na íntegra, a aceitação mediante adequação prévia, ou a recusa. Trabalhos aceitos previamente serão, na sequência, avaliados por pareceristas ad hoc no processo blind review. Tal prática assegura isenção, agilidade e objetividade no processo de seleção dos trabalhos;
- 2.2 Extensão dos textos: Artigo, Revisão de Literatura e Tradução de Trabalho deverão ter no mínimo 08 laudas (tamanho A4) e no máximo 12 laudas. Comunicações

Técnicas deverão ter no máximo 06 laudas. A Comissão Editorial poderá deliberar, excepcionalmente, sobre o aceite de trabalhos com um número de páginas maior do que o estipulado aqui.

- 2.3 Títulos dos textos em 2.2: em português (fonte tamanho 16) e em inglês (fonte 14) em negrito, deverão ser concisos, claros e expressar o conteúdo geral do trabalho;
- 2.4 Resumo e Abstract: cada artigo deverá ser acompanhado de resumo em português e Abstract em inglês, com extensão máxima de 200 palavras cada. Deverão ser digitados com a fonte tipo Cambria, o texto em fonte tamanho 10; as palavras RESUMO e ABSTRACT em maiúsculas, fonte tamanho 12, negrito; margens esquerda e direita com 2,5 cm cada;
- 2.5 Palavras-chave: visando à confecção de instrumentos de busca, deverão ser apresentadas, em ordem alfabética, três a cinco palavras-chave ou termos-chave, em português e em inglês (Keywords) em fonte 10; margens esquerda e direita com 2,5 cm cada, e os subtítulos dessas duas linhas em fonte 12. A Comissão Editorial poderá, a seu critério, substituir ou acrescentar palavras-chave/keywords, que possam melhor auxiliar na recuperação online dos trabalhos;
- 2.6 A inclusão de ilustrações, gráficos, desenhos, quadros, tabelas, fotografias, etc. deverá se restringir ao necessário para o entendimento do texto. Esses elementos deverão estar próximos do trecho onde são mencionados e acompanhados de suas respectivas legendas ou títulos, citando a fonte. Fotografias e demais imagens digitalizadas deverão preferencialmente estar em formato jpeg ou bmp ou tif, podendo ser apresentadas em arquivos separados, com a indicação de sua localização no trabalho. A dimensão máxima deverá ser de 13 cm;
- 2.7 Citações de até 03 (três) linhas deverão ser incluídas no texto entre aspas duplas. Citações com mais de 03 linhas deverão ser recuadas 2,5 cm a partir do recuo da margem esquerda, tamanho de fonte 10, espaço 1,0 entre linhas;
- 2.8 O corpo do texto deverá ter uma estrutura lógica e sequencial de apresentação, sendo dividido em seções com títulos não numerados, em fonte 12 e negrito, alinhados à margem esquerda do texto. Dependendo do tipo de trabalho a ser relatado, isto é, experimental ou teórico, esse poderá ser estruturado em seções com os seguintes títulos, respectivamente: (a) Introdução, Material e Métodos (ou Metodologia), Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando pertinentes) e Referências Bibliográficas; (b) Introdução, Considerações Teóricas, Conclusões, Agradecimentos (quando pertinentes) e Referências bibliográficas. Os subtítulos de tópicos dentro de seções deverão ter fonte 12, em negrito e ser alinhados ao recuo do parágrafo.

### **3. Normas para as demais seções**

- 3.1 Relato de Experiências e Relato de Evento: texto livre, com cerca de até 1.500 palavras (03 laudas em formato A4), podendo ter ilustrações, citações e referências bibliográficas;
- 3.2 Legislação Ambiental: texto livre de cerca de até 1.500 palavras, com a identificação da lei, decreto, resolução, portaria, etc. incluso no título. O corpo do texto de-

- verá apresentar o comentário/explicação/análise e a referência completa do instrumento legal, isto é, seu número, data de publicação e local de acesso ao mesmo;
- 3.3 Opinião: texto livre, com título, não excedendo 1000 palavras;
  - 3.4 Notícias: texto livre e conciso, com cerca de 600 palavras e título contendo informações precisas, com todas as indicações e referências necessárias à divulgação;
  - 3.5 Bibliografia Comentada: texto de cerca de 600 palavras deverá conter a referência completa da obra comentada, inclusive o ISBN ou ISSN, onde obtê-la e, se for o caso, o seu preço.
  - 3.6 Almanaque Ambiental: poesias e acrósticos poderão ter, no máximo, 25 linhas; ilustrações e desenhos deverão ser entregues conforme 2.6; relatos de fatos curiosos relacionados às atividades de trabalho na FEPAM terão, no máximo, 600 palavras. Não serão aceitos trabalhos em que apareçam nomes de empresas ou pessoas, exceto a identificação dos(as) autor(as);
  - 3.7 Textos em 3.1 a 3.3 terão título em fonte 14, em negrito, o(s) nome(s), a instituição(ões) e o e-mail do(s) colaborador(es) deverá(ão) serapresentados abaixo do título, como em Artigo.
  - 3.8 Textos em 3.4 a 3.6, com título em fonte 14, em negrito, o(s) nome(s), a instituição(ões) e o e-mail do(s) colaborador(es) deverá(ão) sercitados no final do texto.

O autor principal é responsável por certificar-se da aprovação, por todos os coautores, da versão final do manuscrito e de seu consentimento para publicação na FeR. Dúvidas sobre a adequação dos textos às normas da Revista serão dirimidas pela Comissão Editorial. As normas da Revista estão sujeitas a alterações. Solicita-se aos autores que se mantenham atualizados, verificando o mais recente número da revista e acessando periodicamente o seu espaço na rede eletrônica da FEPAM.



GOVERNO DO ESTADO  
**RIO GRANDE DO SUL**  
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE  
E INFRAESTRUTURA