

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)**

**PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL  
DA BACIA CARBONÍFERA DE SANTA CATARINA**

# **MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA ÁREA IV – BELLUNO**

**RELATÓRIO DE ATIVIDADES DE CAMPO  
SEMESTRE 2025/1**



PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL  
DA BACIA CARBONÍFERA DE SANTA CATARINA

# **MONITORAMENTO**

## dos Recursos Hídricos da Área IV – Belluno

Relatório de Atividades de Campo  
Semestre 2025/1

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **Ministro de Estado**

Alexandre Silveira de Oliveira

### **Secretária Nacional de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Ana Paula Lima Vieira Bittencourt

## **SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)**

### **DIRETORIA EXECUTIVA**

#### **Diretor-Presidente**

Francisco Valdir Silveira (Interino)

#### **Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial**

Alice Silva de Castilho

#### **Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Francisco Valdir Silveira

#### **Diretora de Infraestrutura Geocientífica**

Alice Silva de Castilho (Interina)

#### **Diretora de Administração e Finanças**

Alice Silva de Castilho (Interina)

## **DEPARTAMENTO DE GESTÃO TERRITORIAL**

### **Chefe do Departamento de Gestão Territorial**

Diogo Rodrigues A. da Silva

### **Chefe da Divisão de Gestão Territorial**

Maria Adelaide Mansini Maia

### **Chefe da Divisão de Geologia Aplicada**

Tiago Antonelli

## **SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE**

### **Superintendente**

Lucy Takehara Chemale

### **Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial**

Marcia Conceição Rodrigues Pedrollo

### **Núcleo de Apoio de Criciúma**

Guilherme Casarotto Troian

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
SECRETARIA NACIONAL DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM)  
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

I PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL  
DA BACIA CARBONÍFERA DE SANTA CATARINA I

# MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA ÁREA IV – BELLUNO

RELATÓRIO DE ATIVIDADES DE CAMPO  
SEMESTRE 2025/1

## AUTORES

Maria Aline Lisniowski  
Guilherme Casarotto Troian  
Albert Teixeira Cardoso  
Patrícia Wagner Sotério  
Helton Roberto Gomes de Sousa  
Luiz Alberto Costa Silva  
Max Frederico Pinto Alves  
Laura Schu Jacinto



---

Criciúma  
2025

## **MONITORAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA ÁREA IV – BELLUNO**

### **EXECUÇÃO TÉCNICA**

#### **COORDENAÇÃO**

Guilherme Casarotto Troian  
Albert Teixeira Cardoso  
Maria Aline Lisniowski

### **EQUIPE EXECUTORA**

#### **Técnicos em Geociências**

Helton Roberto Gomes de Sousa  
Luiz Alberto da Costa Silva  
Max Frederico Pinto Alves  
Patrícia Wagner Sotério

### **COLABORAÇÃO TÉCNICA**

Acad. Eng. Ambiental Laura Schu Jacinto (Estagiária)

### **APOIO TÉCNICO**

#### **Revisão do texto**

**Departamento de Relações Institucionais – DERID**  
Irinéa Barbosa da Silva

#### **Normalização Bibliográfica**

**Divisão de Documentação Técnica – DIDOTE**  
Francisca Giovania Freire Barros do Nascimento

#### **Projeto Gráfico / Editoração**

**Divisão de Editoração Geral – DIEDIG**  
Andréia Continentino  
Agmar Alves Lopes

#### **Diagramação (SUREG-RE)**

Clayton Marconi Galvão

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M715	Monitoramento dos recursos hídricos da área IV – Belluno: relatório de atividades de campo, semestre 2025/1 / Maria Aline Lisniowski... [et al.]. Criciúma : Serviço Geológico do Brasil, 2025. 1 recurso eletrônico : PDF; il. ; 00000 kbytes.  Programa de Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina.
1.	Hidrologia. 2. Recursos hídricos. I. Lisniowski, Maria Aline.
	CDD 551.48

Ficha catalográfica: bibliotecária Nelma Botelho CRB-4/2341

### **Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM)**

[www.sgb.gov.br](http://www.sgb.gov.br)  
<https://rigeo.sgb.gov.br>  
[seus@sgb.gov.br](mailto:seus@sgb.gov.br)

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM)  
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

# APRESENTAÇÃO

---

**No** âmbito da Ação Civil Pública nº 93.8000533-4 (conhecida como ACP do Carvão), que trata da recuperação ambiental das áreas degradadas pela mineração do carvão no sul de Santa Catarina, o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) foi designado pelo Ministério de Minas e Energia para implementar obras de recuperação dos passivos ambientais das extintas empresas Carbonífera Treviso e Companhia Brasileira Carbonífera Araranguá (CBCA). Mais recentemente, em 2022, uma decisão da Justiça Federal determinou que a União assumira o passivo ambiental da extinta Carbonífera Criciúma S.A, totalizando aproximadamente 1.500 hectares de áreas a serem recuperadas.

O monitoramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos é uma atividade essencial para acompanhar a recuperação ambiental nas áreas impactadas, pois permite identificar a extensão e a gravidade da contaminação. Esse acompanhamento contínuo fornece dados fundamentais para avaliar a eficácia das ações de recuperação e adequar estratégias de mitigação.

Com isso, espera-se que os resultados contribuam para aprimorar a efetividade da recuperação ambiental das áreas que compõem o passivo ambiental, permitindo o melhor uso das áreas impactadas pela mineração de carvão no sul de Santa Catarina.

**Francisco Valdir Silveira**  
Diretor-Presidente (Interino)

**Alice Silva de Castilho**  
Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial



# SUMÁRIO

---

1. INTRODUÇÃO .....	8
1.1. Área de monitoramento IV – Belluno.....	9
1.2. Pontos de monitoramento.....	9
2. OBJETIVOS .....	10
3. METODOLOGIA.....	10
3.1. Parâmetros físico-químicos.....	10
3.2. Medição de vazão .....	11
3.3. Amostragem subterrânea.....	11
3.4. Coleta de amostras para análise laboratorial.....	12
4. ATIVIDADES REALIZADAS .....	14
5. PRÓXIMAS ETAPAS .....	15
6. CONCLUSÕES .....	16
7. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO .....	16
REFERÊNCIAS.....	18

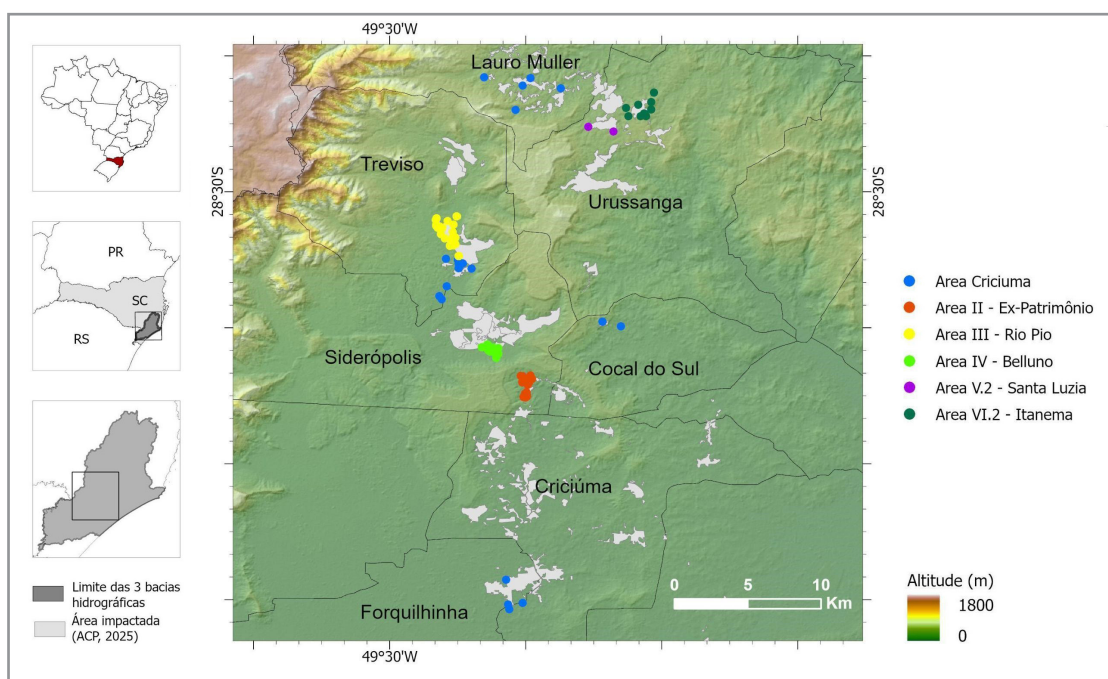
## 1. INTRODUÇÃO

A mineração de carvão mineral desempenha um papel histórico na matriz energética brasileira, concentrando-se principalmente na Região Sul, onde encontram-se as principais reservas do país. Na Bacia Carbonífera de Santa Catarina (BC), a exploração do carvão tem gerado impactos ambientais significativos, sobretudo relacionados à geração de drenagem ácida de mina (DAM). Estima-se que cerca de 69 km<sup>2</sup> estejam diretamente afetados por atividades de lavra a céu aberto ou ocupados por depósitos de rejeito e material estéril (ACP Carvão, 2025).

A gravidade da degradação ambiental na Bacia Carbonífera (BC) levou à atuação do Ministério Público Federal, que ajuizou uma Ação Civil Pública (sentença nº 20.097, de 5 de janeiro de 2000), resultando na condenação da União e das empresas mineradoras a promoverem a recuperação ambiental. Posteriormente, uma Ação de Cumprimento de Sentença (nº 2008.72.04.003517-1) atribuiu à União a responsabilidade da recuperação das áreas degradadas por empresas falidas ou insolventes, como as carboníferas Criciúma, CBCA e Treviso.

O descarte de rejeitos/material estéril, bem como o abandono de minas subterrâneas, acarretam diversos impactos ambientais, sendo a DAM um dos mais críticos. Gerada pela oxidação de sulfetos presentes nas camadas adjacentes ao carvão, ou no próprio carvão, a DAM afeta diretamente o solo e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Estimativas indicam que sua área de influência indireta na BC ultrapassa 2.600 km<sup>2</sup> (Franzen *et al.*, 2020).

Além da acidificação dos corpos hídricos, a DAM eleva as concentrações de metais, como ferro, manganês e zinco, comprometendo a qualidade da água, afetando a biodiversidade aquática, gerando riscos à saúde humana, especialmente em comunidades que utilizam essa água. Também impõe altos custos para o tratamento da água, compromete o uso agrícola do solo e interfere em atividades econômicas locais, como agricultura e pecuária.



**Figura 1** - Localização das áreas de monitoramento. Fonte: Topografia SRTM 30 m (NASA, 2000).

Nesse contexto, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) realiza o monitoramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos nas áreas degradadas pela mineração de carvão que estão sob responsabilidade da União. Atualmente, estão sendo monitorados os seguintes polígonos: extinta Carbonífera Criciúma, Área Ex-Patrimônio, Área Rio Pio, Área Belluno, Área Santa Luzia e Área Itanema I (Figura 1). O presente documento traz uma descrição das atividades de monitoramento ambiental realizadas na Área IV – Belluno, como parte das ações de recuperação ambiental atualmente em curso, executadas pelo SGB-CPRM.

### 1.1. Área de monitoramento IV – Belluno

A denominada Área IV – Belluno, está localizada no município de Siderópolis, no sul de Santa Catarina, e abrange 42 hectares, compondo parte do passivo ambiental da extinta Carbonífera Treviso S/A, responsável pela mineração de carvão a céu aberto com o uso de dragline. As obras de recuperação ambiental foram concluídas em 2015, e, desde então, a área vem sendo monitorada.

Nos limites leste e nordeste, a área faz divisa com o núcleo urbano de Siderópolis, enquanto, ao noroeste, encontram-se indústrias e atividades vinculadas à mineração de carvão. Ao sul, destaca-se o Morro Albina, que abriga diversas nascentes responsáveis por alimentar córregos que deságuam nas antigas cavas de mineração, atualmente transformadas em lagoas.

### 1.2. Pontos de monitoramento

Neste semestre de monitoramento, foram amostrados 14 pontos: 4 drenagens superficiais, 6 poços e 4 lagoas, com duas medições cada, uma na superfície e outra no fundo (Figura 2).

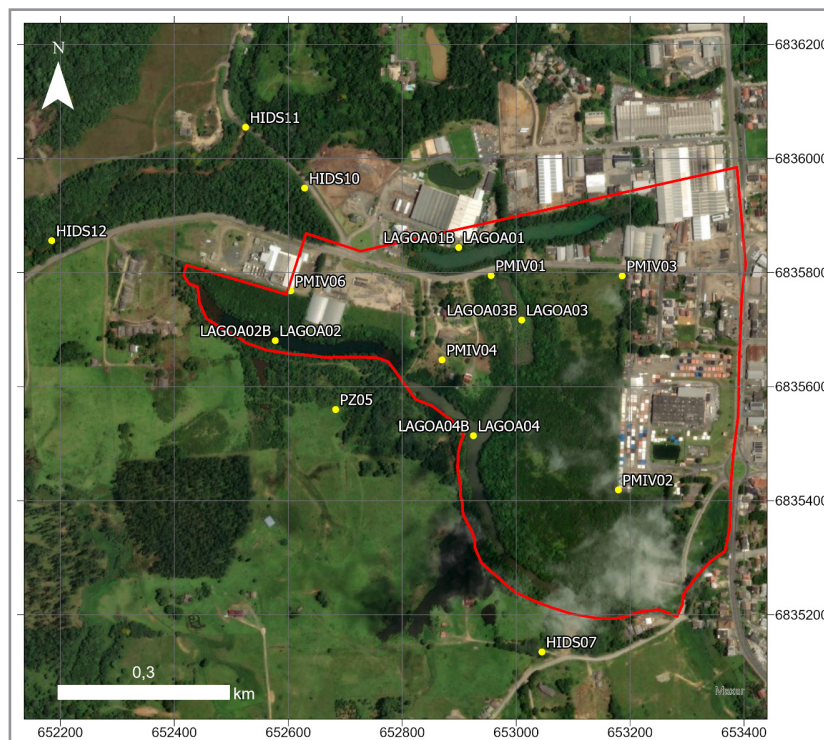


Figura 2 - Localização dos pontos de monitoramento da Área IV – Belluno. Fonte: Google Earth

## 2. OBJETIVOS

---

O monitoramento tem como objetivo caracterizar as condições físico-químicas das águas superficiais e subterrâneas na Área IV - Belluno, incluindo medições de vazão dos corpos hídricos superficiais e avaliação da qualidade das águas subterrâneas. Também é realizada a coleta de amostras de água para posterior análise laboratorial de 32 elementos químicos, além de parâmetros como acidez e alcalinidade. Com os resultados obtidos busca-se avaliar a efetividade das ações de recuperação ambiental e orientar o planejamento de intervenções corretivas e preventivas em áreas ainda impactadas.

## 3. METODOLOGIA

---

O monitoramento dos recursos hídricos nas áreas em processo de recuperação ambiental na Bacia Carbonífera de Santa Catarina é realizado, em condições normais, com frequência quadrimestral. Excepcionalmente, no ano de 2025, as campanhas ocorrerão em frequência semestral. As atividades contemplam corpos hídricos superficiais – incluindo rios, córregos e canais de drenagem, com foco na avaliação da qualidade da água em áreas impactadas pela atividade minerária.

### 3.1. Parâmetros físico-químicos

Em cada um dos 14 pontos, foram medidos parâmetros físico-químicos da água com o uso da sonda multiparâmetro Aquaread AquaProbe AP-800 (Aquaread Ltd, 2019). O equipamento possui quatro sensores (*probes*), capazes de registrar temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e potencial de oxidação-redução (Figura 3).

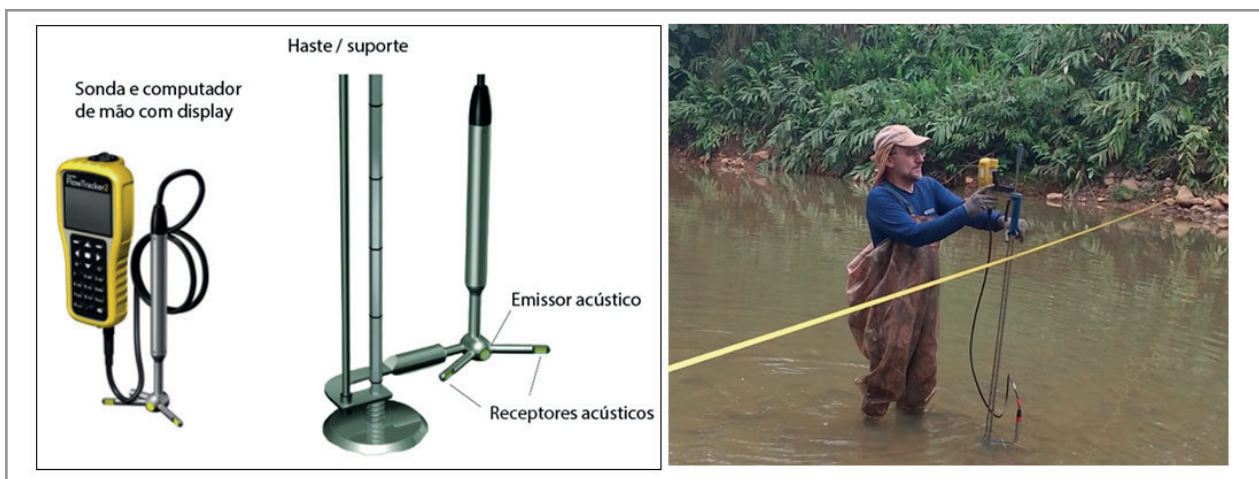


**Figura 3** - Sonda multiparâmetros Aquaread Ltd. Fonte: Foto do arquivo do projeto.

Essa sonda portátil é amplamente utilizada em aplicações ambientais, especialmente no monitoramento de águas superficiais e subterrâneas em áreas mineradas. O equipamento permite medições simultâneas com alta precisão e estabilidade. É compatível com os dispositivos Aqualogger e Aquameter, que possibilitam o registro automático dos dados, a visualização gráfica em campo e o georreferenciamento por GPS.

### 3.2. Medição de vazão

A medição de vazão nos cursos d'água foi realizada com o equipamento acústico SonTek FlowTracker2, um velocímetro Doppler acústico (ADV) portátil, apropriado para pequenos rios e riachos de baixa profundidade. O equipamento é montado em uma haste graduada (Figura 4), permitindo a coleta ponto a ponto das velocidades da água ao longo da seção transversal do canal.



**Figura 4** - À esquerda: representação do equipamento FlowTracker2. À direita, medição realizada por um técnico em um curso fluvial. Fonte: à esquerda SonTek (2019), à direita foto do arquivo do projeto.

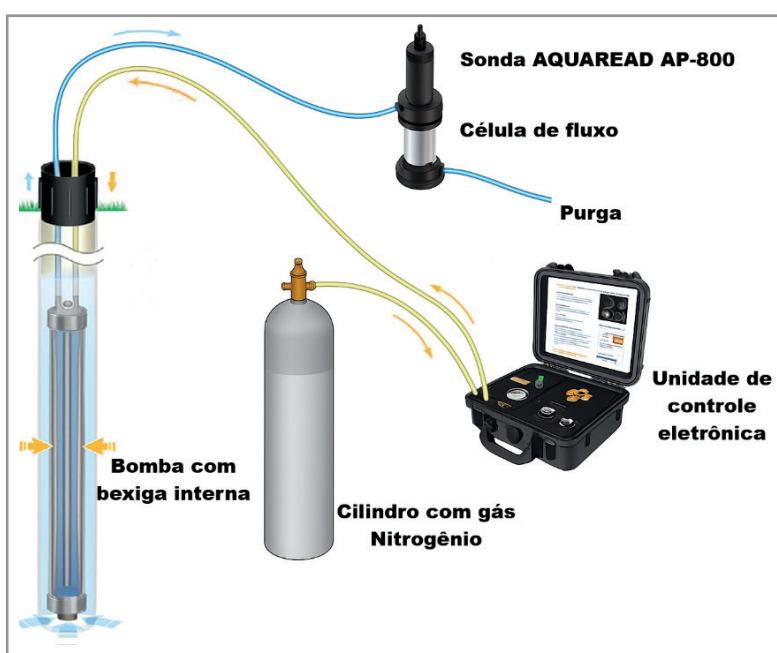
A metodologia adotada segue o método da seção média, conforme a norma ISO (ISO, 2021) e as diretrizes da Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2024). Esse método preconiza a divisão do leito em múltiplas verticais de medição, nas quais são obtidas a profundidade e a velocidade da corrente. A área de cada segmento é determinada pelo produto da profundidade pela largura correspondente, e a vazão total é calculada partir da soma das contribuições de todos os segmentos da seção. A escolha do FlowTracker2 deve-se à sua elevada precisão em ambientes rasos, ao uso consolidado em campanhas de monitoramento hidrológico, e à facilidade de operação em campo.

### 3.3. Amostragem subterrânea

A amostragem por baixa vazão (*Low Flow*) é um método utilizado para coletar água subterrânea de forma controlada, minimizando a perturbação do poço e permitindo a medição precisa dos parâmetros em campo (Solinst Canada Ltd., 2024). A água é bombeada com vazão reduzida (geralmente abaixo de 500 mL/min), o que evita a movimentação de sedimentos e a mistura entre diferentes zonas do aquífero. Com o nível da água relativamente estável, é possível acoplar uma sonda multiparâmetros

à célula de fluxo e monitorar em tempo real variáveis como pH, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura e potencial de oxidação-redução, antes da coleta da amostra.

A coleta é iniciada somente após a estabilização desses parâmetros, garantindo que a água represente o fluxo natural do aquífero e não apenas a água parada no interior do poço. Esse método é especialmente recomendado quando se busca precisão em análises de metais dissolvidos, compostos orgânicos voláteis e nutrientes. Além disso, reduz a turbidez e o contato da amostra com o ar, o que evita alterações químicas indesejadas. Segundo Puls e Barcelona (1996), o método de baixa vazão é amplamente utilizado em estudos de contaminação, avaliação de áreas degradadas e monitoramento ambiental.



**Figura 5** - Funcionamento do sistema de coleta de água subterrânea Low Flow e acoplamento da sonda.

Fonte: adaptado de Solinst (2024).

Quando não é possível usar o *Low Flow*, utiliza-se o método Bailer, que consiste na coleta manual da água subterrânea por meio de um tubo cilíndrico com válvula de retenção na base. O dispositivo é inserido lentamente no poço até a profundidade desejada, preenchendo-se com a água por gravidade. Após a coleta, o conteúdo é transferido para os frascos de amostragem e para um recipiente onde são feitas as medições com a sonda multiparâmetros.

Por ser simples, de baixo custo e não depender de energia elétrica, o bailer é útil em poços rasos e de fácil acesso. No entanto, como retira apenas a água estagnada na coluna do poço, pode gerar amostras com maior turbidez e menor representatividade da água do aquífero, especialmente em análises mais sensíveis.

### 3.4. Coleta de amostras para análise laboratorial

Durante as campanhas de campo, são coletadas amostras de água destinadas a análises laboratoriais. Essas amostras são acondicionadas em garrafas de 500 mL e em tubos tipo Falcon. As amostras

armazenadas nas garrafas são destinadas à determinação de acidez e alcalinidade, enquanto aquelas nos tubos Falcon são filtradas e preservadas com ácido nítrico, conforme os procedimentos recomendados para análises de metais e elementos-traço. O transporte é realizado sob refrigeração, seguindo protocolos de garantia da qualidade.

As análises físico-químicas são realizadas no laboratório Oceanus – Centro de Biologia Experimental, localizado no Rio de Janeiro, com base nos parâmetros listados na Tabela 1. Entre as determinações efetuadas, destacam-se os metais potencialmente tóxicos (como ferro, manganês e zinco), compostos inorgânicos (como sulfatos), parâmetros indicativos de acidez e alcalinidade, além de outros elementos relevantes para a caracterização dos impactos da drenagem ácida de mina (DAM).

Tabela 1 - Análises realizadas no Centro de Biologia Experimental Oceanus (elementos dissolvidos).

FÍSICO-QUÍMICO				
Parâmetros	Unidade	Limite de detecção (LD)	Limite de Quantificação do método LQ / Faixa	Fator de Diluição
Brometo (Br)	mg/L	0,09	0,30	1
Cloreto (Cl)	mg/L	0,09	0,30	1
Fluoreto (F)	mg/L	0,09	0,30	1
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	mg/L	0,09	0,30	1
Acidez	mg/L	0,3	1	---
Alcalinidade	mg/L	1,0	1,0	---
METAIS				
Parâmetros	Unidade	Limite de detecção (LD)	Limite de Quantificação do método LQ / Faixa	Fator de Diluição
Alumínio (Al)	mg/L	0,0015	0,005	10
Antimônio (Sb)	mg/L	0,00015	0,0005	10
Arsênio (As)	mg/L	0,00003	0,0001	10
Bário (Ba)	mg/L	0,00015	0,0005	10
Berílio (Be)	mg/L	0,00006	0,0002	10
Boro (B)	mg/L	0,015	0,05	10
Cádmio (Cd)	mg/L	0,00015	0,0005	10
Cálcio (Ca)	mg/L	0,015	0,05	10
Chumbo (Pb)	mg/L	0,00006	0,0002	10
Cobalto (Co)	mg/L	0,00015	0,0005	10
Cobre (Cu)	mg/L	0,0015	0,005	10
Cromo (Cr)	mg/L	0,00015	0,0005	10
Estanho (Sn)	mg/L	0,0003	0,001	10
Estrôncio (Sr)	mg/L	0,0003	0,001	10
Ferro (Fe)	mg/L	0,0015	0,005	10
Lítio (Li)	mg/L	0,0003	0,001	10
Magnésio (Mg)	mg/L	0,015	0,05	10
Manganês (Mn)	mg/L	0,0003	0,001	10
Mercúrio (Hg)	mg/L	0,000027	0,00009	1

Tabela 1- Análises realizadas no Centro de Biologia Experimental Oceanus (elementos dissolvidos) (continuação).

<b>METAIS</b>				
<b>Parâmetros</b>	<b>Unidade</b>	<b>Limite de detecção (LD)</b>	<b>Limite de Quantificação do método LQ / Faixa</b>	<b>Fator de Diluição</b>
Molibdênio (Mo)	mg/L	0,00015	0,0005	10
Níquel (Ni)	mg/L	0,0003	0,001	10
Potássio (K)	mg/L	0,003	0,01	10
Selênio (Se)	mg/L	0,0003	0,001	10
Silício (Si)	mg/L	0,15	0,50	10
Sódio (Na)	mg/L	0,015	0,05	10
Titânio (Ti)	mg/L	0,0015	0,005	10
Vanádio (V)	mg/L	0,00015	0,0005	10
Zinco (Zn)	mg/L	0,015	0,05	10

<b>Parâmetros, Norma e/ou Procedimento</b>
Acidez: SMWW 2310 B
Alcalinidade: SMWW 2320 B
Ânions por IC: SMWW 4110 B
Mercúrio Dissolvido por ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8
Metais Dissolvidos - ICP-MS: EPA 6020 B / 200.8

As análises físico-químicas da qualidade da água seguem procedimentos padronizados e reconhecidos internacionalmente, garantindo a confiabilidade dos resultados. A acidez é determinada conforme o método SMWW 2310 B, enquanto a alcalinidade é quantificada pelo procedimento SMWW 2320 B. A determinação dos ânions presentes na amostra é realizada por cromatografia iônica, seguindo o método SMWW 4110 B.

Para a quantificação de metais dissolvidos, incluindo o mercúrio, são utilizados equipamentos de espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), com base nos métodos EPA 6020 B e 200.8. Esses procedimentos permitem a análise precisa e sensível de elementos-traço em concentrações muito baixas, essenciais para avaliar os impactos ambientais relacionados à drenagem ácida de mina.

## 4. ATIVIDADES REALIZADAS

---

Nos dias 4 e 7 de julho de 2025, foi realizada a 25ª campanha de monitoramento dos pontos da Área IV - Belluno. Durante essa campanha, foram amostrados e monitorados quatro pontos de águas superficiais (Tabela 2), seis poços de águas subterrâneas (Tabela 3) e quatro lagoas (Tabela 4). Cada ponto nas lagoas foi medido duas vezes, na superfície e em profundidade.

Tabela 2 - Parâmetros físicos registrados com a sonda. Medição de vazão realizada com o equipamento FlowTracker.

Ponto	Data	Temperatura (°C)	pH	ORP (mV)	OD (mg/L)	Condutividade (µS/cm)	Vazão (L/s)
HIDS07	04/07/2025	15,6	5,43	+0101.8	8,36	130	4,9
HIDS10	04/07/2025	14,3	3	+0531.0	4,24	779	23,3
HIDS11	04/07/2025	13,8	4,32	+0383.4	5,6	517	468,2
HIDS12	04/07/2025	13,85	3,59	+0400.0	8,29	577	507,4

Tabela 3 - Parâmetros físicos registrados com a sonda. Medição de nível (NI – Nível Inicial, NF – Nível Final). \*coletas realizadas com bailer.

Ponto	Data	Temperatura (°C)	pH	ORP (mV)	OD (mg/L)	Condutividade (µS/cm)	NI	NF
PMIV01	07/07/2025	24,3	5,61	-0060.3	0,15	565	4,65	4,66
PMIV02	07/07/2025	21,2	4,53	+0179.3	0	1360	10,9	
PMIV03	07/07/2025	22,8	3,51	+0121.3	0	1243	9,55	
PMIV04	07/07/2025	21,38	5,22	-0070.3	0	1036	10,4	10,38
PMIV06	07/07/2025	20,8	4,84	+0004.0	0	1118	9,03	9,05
PZ05*	04/07/2025	18,7	5,25	+0126.3	1,82	84		

Tabela 4 - Parâmetros físicos registrados com a sonda nas lagoas, nas medições superficiais e em profundidade.

Ponto	Data	Temp (°C)	pH	ORP (mV)	OD (mg/L)	Cond. (µS/cm)	Cota (m)	Disco Secchi (m)	Prof. (m)	Prof. coleta (m)
LAGOA01	07/07/2025	16,5	3,18	+0505.7	0	604	94,01	2,1	5,98	0
LAGOA01B	07/07/2025	16,1	2,99	+0525.4	2,86	607	94,01	2,1	5,98	2,99
LAGOA02	07/07/2025	15,4	7,07	+0077.1	2,67	186	93,23	1,1	7,68	0
LAGOA02B	07/07/2025	15,8	7,82	+0044.6	2,92	162	93,23	1,1	7,68	3,8
LAGOA03	07/07/2025	17,5	6,77	+0060.5	3,64	123	95,28	0,8	2	0
LAGOA03B	07/07/2025	16,6	6,74	+0059.2	5,02	115	95,28	0,8	2	1
LAGOA04	07/07/2025	16,5	6,09	+0080.8	5,31	130	95,92	0,52	7,72	0
LAGOA04B	07/07/2025	15	6,22	-0138.9	2,14	111	95,92	0,52	7,72	3,85

## 5. PRÓXIMAS ETAPAS

Com a finalização das campanhas de campo, os dados obtidos serão complementados com análises laboratoriais, que incluem a caracterização físico-química das amostras de água coletadas. Paralelamente, serão realizados estudos integrados envolvendo a interpretação dos dados de campo, resultados analíticos e informações ambientais já disponíveis para a área de estudo. Essas etapas

permitirão uma avaliação mais aprofundada das condições de qualidade da água e dos processos associados à drenagem e às águas subterrâneas.

O monitoramento da região continuará em campanhas subsequentes, visando acompanhar a evolução das condições ambientais e fornecer subsídios para ações de gestão e recuperação da área impactada.

## 6. CONCLUSÕES

---

A 25ª campanha de monitoramento da Área IV - Belluno foi executada conforme o cronograma técnico estabelecido, abrangendo uma rede de pontos de monitoramento ambiental bem distribuída. A coleta de dados e amostras foi conduzida com rigor técnico, utilizando equipamentos adequados e metodologia padronizada.

A realização semestral das campanhas em 2025 é uma medida atípica adotada apenas neste ano, sem prejuízo à representatividade dos dados obtidos. O material gerado continuará sendo essencial para a avaliação das condições ambientais atuais, subsidiando os estudos de recuperação e as estratégias de mitigação em áreas ainda impactadas pela mineração.

## 7. RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

---

Este tópico apresenta o registro fotográfico das atividades realizadas durante as campanhas de campo. As imagens documentam as principais etapas de medições, ilustrando o manuseio e aplicação dos equipamentos utilizados.



**Figura 6** - Medição realizada no ponto HIDS10. Fonte: Foto do arquivo do projeto.



**Figura 7** - Jusante da drenagem HIDS11. Fonte: Foto do arquivo do projeto.



**Figura 8** - Trabalho de campo para coleta de amostras e medições na Lagoa03. Fonte: Foto do arquivo do projeto.



**Figura 9** - Trabalho de campo para coleta de amostras e medições na Lagoa03. Fonte: Foto do arquivo do projeto.

## REFERÊNCIAS

---

ACP CARVÃO. **Ação Civil Pública do Carvão. [2025]**. Disponível em: <https://acpcarvao.com.br>. Acesso em: 4 jun. 2025.

AQUAREAD LTD. **Instruction manual for the Aquaprobe® AP-700, AP-800 & AP-2000 multiparameter water quality probe and associated Aquameter®, utilities & accessories**. Document n. 10401-00870, Rev. S. Broadstairs, Kent: Aquaread Ltd., 20 ago. 2019. Disponível em: <https://www.aquaread.com/downloads/manuals/AP-700-AP-800-and-AP-2000-Instruction-Manual-S.pdf>. Acesso em: 30 set. 2025.

FRANZEN, M.; CARDOSO, A.T.; HOELZEL, M.; SANTOS, L. **Delimitação das áreas afetadas pela mineração de carvão no sul de Santa Catarina**. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINA 1., 2021. Anais [...] Belo Horizonte: ABAS-MG, 2021. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22490>. Acesso em: 26 set. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 748:2021(en): **Hydrometry: Measurement of liquid flow in open channels: Velocity area methods using point velocity measurements**. Geneva: International Organization for Standardization, 2021. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/71543.html>. Acesso em: 2 out. 2025.

NASA. **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Global 1 arc second**. [S.l.]: NASA, 2000. Disponível em: <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>. Acesso em: 2 set. 2025.

PULS, R. W.; BARCELONA, M. J. **Low-flow (minimal drawdown) ground-water sampling procedures**. Washington, D.C.: United States Environmental Protection Agency, Apr. 1996. (EPA/540/S-95/504. Ground

Water Issue). Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/lwflw2a.pdf>. Acesso em: 26 set. 2025.

SOLINST CANADA LTD. **Bladder pump operating principles: model 407**. Georgetown, Ontario: Solinst Canada Ltd., 2 jul. 2024. Disponível em: <https://www.solinst.com/products/groundwater-samplers/407-bladder-pumps/>. Acesso em: 30 set. 2025.

SONTEK. **FlowTracker2: User's Manual 1.6. Software version 1.6. Firmware version 1.30**. San Diego: SonTek, 2019. Disponível em: [http://www.geotechenv.com/Manuals/SonTek\\_Manuals/sontek\\_flowtracker2\\_manual.pdf](http://www.geotechenv.com/Manuals/SonTek_Manuals/sontek_flowtracker2_manual.pdf). Acesso em: 29 set. 2025.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to instruments and methods of observation: Volume I: Measurement of meteorological variables**. Geneva: WHO, 2024. WMO-No. 8. Disponível em: <https://doi.org/10.59327/WMO/CIMO/1>. Acesso em: 2 out. 2025.



MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

