



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Cascavel - CNPJ 78.680.337/0002-65 - [www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

Fone: (45) 3220-3000 | Rua Universitária, 2069

Jardim Universitário | CEP 85819-110 | Cascavel - Paraná



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

PROTÓCOLO  
Integrado do Estado  
Fls. 189  
Mov. 23

## ACORDO DE COOPERAÇÃO Nº 001/2026.

### ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA E CIENTÍFICA CELEBRADO ENTRE A UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ E A FUNDAÇÃO DE APOIO AO ENSINO, EXTENSÃO, PESQUISA E PÓS- GRADUAÇÃO.

**A UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – CAMPUS DE CASCABEL**, pessoa jurídica de direito público, com sede na cidade de Cascavel, Estado do Paraná, com sede à Rua Universitária, nº 2069, inscrita no CNPJ sob o nº 78.680.337/0002-65, neste ato representado por seu Diretor Geral de Campus, GEYSLER ROGIS FLOR BERTOLINI, portador do RG nº 6.XXX.508-X, e CPF 021.XXX.XXX-81, doravante simplesmente denominada **UNIOESTE – Campus de Cascavel**, e de outro lado, a **FUNDAÇÃO DE APOIO AO ENSINO, EXTENSÃO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**, com sede à Rua Universitária, nº 2069, na cidade de Cascavel, Estado do Paraná, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 72.453.459/0001-51, neste ato representado por seu Diretor Presidente, Professor NEUCIR SZINWELSKI, portador do RG nº 7.XXX.963-X e inscrito no CPF sob o nº 025.XXX.XXX-28, doravante denominada simplesmente **FUNDEP**, considerando:

O interesse recíproco PARTÍCIPES em desenvolver em cooperação técnica, científica e financeira o projeto objeto do Acordo descrito na cláusula primeira do presente Acordo, por meio da colaboração acadêmica, técnica, científica e financeira em projeto de mútuo interesse nas áreas de ensino, pesquisa e extensão;

A Lei Estadual nº 20.537/2021, que dispõe sobre as relações entre as IES, os Hospitais Universitários e os Institutos de Ciência e Tecnologia Públicos do Estado do Paraná e suas Fundações de Apoio;

O Decreto Estadual nº 8.796/2021 que regulamenta a Lei Estadual nº 20537/2021;

O Credenciamento da FUNDEP junto a SETI sob o nº de REGISTRO Nº 001/21; e

Considerando as informações contidas no E-protocolo **25.177.320-3**.

Resolvem de comum acordo celebrar o presente Acordo de Cooperação, com fundamento, no que couber, nas disposições da Lei Federal nº 14.133/2021 e suas alterações, Decreto Estadual nº 10.086/2022, aplicáveis, no que couber, ao Acordo de Cooperação, e de conformidade com as cláusulas a seguir:

#### **CLÁUSULA PRIMEIRA - Do Objeto**

O presente Acordo de Cooperação tem por objeto apoio ao desenvolvimento de atividades administrativas e financeiras do Projeto de Pesquisa: **“Pesquisa e diagnósticos, ensaios laboratoriais e elaboração de relatórios técnicos referentes a segurança e monitoramento de barragens de Cascavel”**, da Unioeste – Campus de Cascavel.

**Parágrafo Único:** As especificações estão descritas em competente projeto e estão em conformidade com a Resolução nº 192/2024-CEPE, protocolado sob o nº **25.177.320-3**.

#### **CLÁUSULA SEGUNDA - Das Obrigações e Responsabilidades**

Para a consecução do objeto, cabe aos partícipes:

##### **a) Obrigações comuns aos parceiros:**

1. Empregar seus melhores esforços e técnicas disponíveis na execução das atividades necessárias à execução do Acordo de Cooperação;
2. Utilizar-se deste Termo de Cooperação tão somente para os fins nele estabelecido;
3. Responsabilizar-se, cada qual, pelos encargos trabalhistas, previdenciários, securitários e civis, conforme o caso, das pessoas que disponibilizar para execução das atividades deste Acordo de Cooperação;

Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário -Fone (45) 3220-3000 -- Cx. Postal 701  
CEP 85819-110 – Cascavel – Paraná  
[www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Cascavel - CNPJ 78.680.337/0002-65 - [www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

Fone: (45) 3220-3000 | Rua Universitária, 2069

Jardim Universitário | CEP 85819-110 | Cascavel - Paraná



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO



4. Não praticar quaisquer atividades inconvenientes ou que coloquem em risco a idoneidade da respectiva Parceira ou a segurança dos que transitam em suas instalações, sob pena de rescisão do Termo de Cooperação e resarcimento dos danos decorrentes.

**b) à UNIOESTE – Campus de Cascavel:**

1. Responsabilizar-se pela tramitação e aprovação do plano de trabalho, do plano de aplicação financeira e da equipe;
2. Disponibilizar estrutura física, equipe e materiais para a realização das atividades do Projeto;
3. Executar o projeto de acordo com seus objetivos, metas, planilha orçamentária e atividades previstas;
4. Acompanhar a execução do Acordo de Cooperação;
5. Designar o gestor e o fiscal do Acordo de Cooperação, de acordo com a norma vigente;
6. Atender as normas e orientações da Fundação;
7. Zelar pela execução regular de acordo com as Legislações vigentes e normas internas da UNIOESTE;
8. Se responsabilizar pelos relatórios técnicos e pedagógicos de acordo com as Resoluções da UNIOESTE;
9. Receber prestações de contas parciais e final de acordo com as Resoluções vigentes.

**c) à Fundação de Apoio:**

1. Ser um canal operacional do objeto do acordo por meio de gerenciamento dos recursos financeiros do Acordo;
2. Manter conta bancária específica para execução do projeto;
3. Executar o projeto de acordo com seus objetivos, metas, planilha orçamentária e atividades previstas no Plano de Trabalho, limitadas às suas responsabilidades;
4. Atender as normas e orientações da UNIOESTE;
5. Zelar pela execução regular de acordo com as Legislações vigentes e normas internas da UNIOESTE;
6. Executar a planilha orçamentária aprovada, efetuando recebimentos, aquisições e pagamentos previstos;
7. Fazer a gestão administrativa e financeira do projeto;
8. Efetuar a doação dos equipamentos adquiridos com recursos do projeto até o final da vigência do Acordo;
9. Reter, a título de remuneração conforme Art. 18 da Lei nº 20.537/2021, o percentual de 10% sobre o valor total das receitas arrecadas para custear as despesas administrativa da FUNDEP;
10. Repassar à UNIOESTE campus de Cascavel, o saldo remanescente ao final do Acordo de Cooperação, por meio de depósito bancário, em conta corrente ser informada pelo responsável financeiro;
11. Apresentar a prestação de contas, de acordo com as Resoluções vigentes.
12. Arquivar os documentos financeiros sob sua responsabilidade.

**CLÁUSULA TERCEIRA - Do Projeto**

O Projeto de Pesquisa intitulado “**Pesquisa e diagnósticos, ensaios laboratoriais e elaboração de relatórios técnicos referentes a segurança e monitoramento de barragens de Cascavel**” tem por finalidade dar apoio à gestão administrativa, financeira e operacional de projeto de pesquisa.

A execução do presente Convênio reger-se-á pelo **Plano de Trabalho** aprovado, que integra este instrumento como anexo, contendo a descrição das atividades, metas, responsabilidades e demais condições necessárias à sua efetivação.

**CLÁUSULA QUARTA - Dos Recursos financeiros**

O recurso financeiro origina-se de parceria com o Município de Cascavel. Será utilizado para pagamento de despesas operacionais e administrativas do projeto de acordo com o plano de aplicação financeiro.

**Parágrafo primeiro:** Os recursos serão gerenciados no Banco **CRESOL**, agência **1514**, conta corrente nº **44130-9**, em nome da Fundação de Apoio.

Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário -Fone (45) 3220-3000 -- Cx. Postal 701  
CEP 85819-110 – Cascavel – Paraná  
[www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Cascavel - CNPJ 78.680.337/0002-65 - [www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

Fone: (45) 3220-3000 | Rua Universitária, 2069

Jardim Universitário | CEP 85819-110 | Cascavel - Paraná



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

PROTÓCOLO  
Fls. 191  
Mov. 23  
INTEGRADO DO ESTADO

**Parágrafo segundo:** O saldo de recursos existente ao final da vigência deste instrumento terá destinação conforme previsto na Cláusula Segunda, inciso c, item 10.

#### **CLÁUSULA QUINTA – Dos Recursos Humanos**

Os recursos humanos utilizados por quaisquer dos partícipes, em decorrência das atividades inerentes ao presente Acordo, não sofrerão alteração na sua vinculação nem acarretarão quaisquer ônus ao outro partícipe. As atividades não implicarão cessão de servidores, que poderão ser designados apenas para o desempenho de ação específica prevista no acordo e por prazo determinado.

#### **CLÁUSULA SEXTA – Gestão e Fiscalização**

Em consonância com o disposto nos artigos 697 a 705 do Decreto Estadual 10.086/2022 e de acordo com a Portaria nº 0599/2024-GRE, caberá aos servidores abaixo acompanhar, supervisionar, coordenar e fiscalizar a execução deste Acordo, bem como emitir parecer e propor a adoção de medidas cabíveis:

- Gestão: Dorivaldo Rodrigues da Silva - RG 1.XXX.957-2
- Fiscalização: Ivone dos Santos Frigo - RG nº 8.XXX.125-0.

#### **CLÁUSULA SÉTIMA – Da Vigência e Alteração**

O presente instrumento terá vigência a partir de sua assinatura até 10 de junho de 2029, podendo ser modificado ou complementado de comum acordo entre as partes, mediante assinatura do Acordo de Cooperação, respeitado o disposto nos art. 697 a 705 do Decreto Estadual 10.086/2022.

#### **CLÁUSULA OITAVA – Da Publicidade**

Caberá à UNIOESTE-Campus de Cascavel proceder à publicação do extrato do presente Acordo de Cooperação, em até 20 dias da data de assinatura, em conformidade com o art. 686 do Decreto Estadual 10.086/2022, o presente instrumento será publicado no Diário Oficial do Estado do Paraná, na forma de extrato.

**Parágrafo único:** O uso compartilhado dos dados pessoais objeto deste Acordo de Cooperação poderá, ainda, atender às finalidades específicas de fiscalização de políticas públicas, nos termos do art. 23 da LGPD, respeitados os princípios de proteção de dados pessoais elencados no art. 6º da Lei Geral de Proteção de Dados.

#### **CLÁUSULA NONA – Da Divulgação e Publicação**

Qualquer divulgação ou publicação de resultados obtidos em atividades decorrentes deste Acordo de Cooperação, somente poderá ser feita com a anuência de ambas as partes, devendo sempre fazer menção à cooperação ora acordada.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA - Da Rescisão**

Por descumprimento de qualquer de suas Cláusulas ou condições, poderá o partícipe prejudicado rescindir o presente Acordo de Cooperação, mediante comunicação escrita ao outro com prova de recebimento, respondendo o partícipe inadimplente, pelas perdas e danos decorrentes da rescisão ressalvados as hipóteses de caso fortuito ou de força maior, devidamente caracterizada e comprovada.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA-PRIMEIRA – Das Condições Gerais**

§ 1º Os **PARTÍCIPES** declaram estar cientes e capacitados a cumprir com as obrigações no tempo e na forma em que estão pactuadas neste Acordo de Cooperação.

§ 2º Quaisquer alterações nas condições acordadas entre os **PARTÍCIPES** neste instrumento, deverão ser obrigatoriamente descritas em um novo Termo Aditivo, nos termos dos artigos art. 706 a 708 do Decreto Estadual 10.086/2022.

§ 3º A tolerância de qualquer dos **PARTÍCIPES** na exigência do cumprimento das obrigações previstas neste instrumento não exime o outro **PARTÍCIPE** de responsabilidade, podendo ser exigido o adimplemento da obrigação.

§ 4º Fica claro e expressamente convencionado que o não exercício por qualquer dos **PARTÍCIPES** de direito a ele conferido pelo presente Acordo de Cooperação ou tolerância em impor estritamente seus direitos, incluída a eventual aceitação pelo outro **PARTÍCIPE**, do atraso ou não cumprimento de quaisquer das obrigações, serão considerados como mera liberalidade, não implicando em novação, renúncia ou perda dos direitos oriundos desse inadimplemento.

Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário -Fone (45) 3220-3000 -- Cx. Postal 701  
CEP 85819-110 – Cascavel – Paraná  
[www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Cascavel - CNPJ 78.680.337/0002-65 - [www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

Fone: (45) 3220-3000 | Rua Universitária, 2069

Jardim Universitário | CEP 85819-110 | Cascavel - Paraná



**PARANÁ**  
GOVERNO DO ESTADO

PROTÓCOLO  
Fls. 192  
Mov. 23  
INTEGRADO DO ESTADO

§ 5º O presente instrumento, juntamente com o Plano de Trabalho anexo e eventuais aditivos, que rubricados, integram este Acordo de Cooperação, contém o acordo integral entre os **PARTÍCIPES**.

§ 6º Se, durante a vigência deste Acordo de Cooperação, qualquer disposição nele contida vier a ser declarada ilegal e/ou inexequível, tal declaração não afetará a validade e/ou exequibilidade do texto remanescente, que permanecerá em pleno vigor e efeito.

§ 7º Os casos omissos relativos a este instrumento serão resolvidos pelos **PARTÍCIPES**, que se comunicarão para definir as providências a serem tomadas.

§ 8º Os **PARTÍCIPES** reconhecem que este Acordo de Cooperação foi celebrado no Brasil e será interpretado de acordo com as leis brasileiras com renúncia de quaisquer outras, por mais privilegiadas que sejam.

#### **CLÁUSULA DÉCIMA-SEGUNDA – Do Foro**

Para dirimir quaisquer dúvidas advindas deste Acordo de Cooperação, fica eleito o foro da cidade de Cascavel, Estado do Paraná, com renúncia a qualquer outro, por mais privilegiado que seja.

E assim, por estarem justas e acordadas, assinam este Acordo de Cooperação, na presença das testemunhas indicadas.

Cascavel/PR, 02 de fevereiro de 2026.

*Assinado eletronicamente*  
**GEYSLER ROGIS FLOR BERTOLINI**  
Diretor Geral do Campus de Cascavel

*Assinado eletronicamente*  
**NEUCIR SZINWELSKI**  
Diretor Presidente da FUNDEP

#### **TESTEMUNHAS:**

*Assinado eletronicamente*  
**Rosilene Luciana Delariva**  
Coordenador(a)

*Assinado eletronicamente*  
**Maria Inês Preslak**  
Fundep

Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário -Fone (45) 3220-3000 -- Cx. Postal 701  
CEP 85819-110 – Cascavel – Paraná  
[www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

Documento: **AcordodeCoop001.2026\_Diagnostico\_barragens.pdf.**

Assinatura Avançada realizada por: **Neucir Szwinski (XXX.645.959-XX)** em 02/02/2026 10:10 Local: UNIOESTE/FUNDEP, **Geysler Rogis Flor Bertolini (XXX.398.039-XX)** em 02/02/2026 10:43 Local: UNIOESTE/C17.

Assinatura Simples realizada por: **Mari Presrlak (XXX.859.249-XX)** em 02/02/2026 15:13 Local: UNIOESTE/FUNDEP, **Rosilene Luciana Delariva (XXX.874.229-XX)** em 02/02/2026 18:22 Local: UNIOESTE/C10.

Inserido ao protocolo **25.177.320-3** por: **Alessandro Carlos Nardi** em: 02/02/2026 10:03.



Documento assinado nos termos do Art. 38 do Decreto Estadual nº 7304/2021.

A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço:  
<https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código:

## FORMULÁRIO II

### FORMULÁRIO DE PROJETO DE PESQUISA

**1. TÍTULO DO PROJETO:**

**PESQUISA E ESTUDOS DIAGNÓSTICOS, ENSAIOS LABORATORIAIS E ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS TÉCNICOS REFERENTES A SEGURANÇA E MONITORAMENTO DE BARRAGENS DE CASCAVEL**

**2. ESTE PROJETO ESTÁ VINCULADO A GRUPO DE PESQUISA:**

( X ) SIM, QUAL(IS) GRUPO(S)

- Biomarcadores, Biologia Morfológica Animal e Monitoramento Ambiental
- Grupo de estudos dinâmica ambiental no tempo e espaço
- GEOMA: Grupo de Pesquisa em Geotecnia e Modelagens Acopladas

( ) NÃO

**3. VIGÊNCIA \_10/12/2025 a 10/06/2029.**

**4. PARTICIPANTES:**

Nome do Coordenador	Centro	E-mail
Rosilene Luciana Delariva (coordenadora) Guilherme Irineu Venson (vice-coordenador)	CCBS	rosilene.delariva@unioeste.br
	CCET	guilherme.venson@unioeste.br

Pesquisadores	Centro/ Instituição	Efetivo/Colabora- dor/Acadêmico	E-mail
Adrieli Fernanda Kochhann Weirich	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	adrieli.weirich@unioeste.br
Ana Clara Buchner Mora	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	anaclarabmora@hotmail.co m
Bruno Antoniolli de Anhaia	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	bruno.anhaia@unioeste.br
Bruno dos Santos Francisco	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	bruno.francisco1@unioeste .br

Carlos Rodrigo Brocardo	UFS Universidade da Fronteira Sul	Pesquisador exteno	<a href="mailto:brocardocarolus@gmail.com">brocardocarolus@gmail.com</a>
Davi Gebauer Cavalcante de Oliveira	CCET UNIOESTE	Graduação Engenharia Agrícola	<a href="mailto:davigebauer55@gmail.com">davigebauer55@gmail.com</a>
Davi Malheiros da Silva	CCET UNIOESTE	Graduação Engenharia Agrícola	<a href="mailto:davimalheiross@gmail.com">davimalheiross@gmail.com</a>
Endryl Gabriel dos Santos Ramos	CCET UNIOESTE	Graduação Engenharia Agrícola	<a href="mailto:Endrylgabrielramos123@gmail.com">Endrylgabrielramos123@gmail.com</a>
Ericson Hideki Hayakawa	CCHEL UNIOESTE	Docente Efetivo	<a href="mailto:ericson.hayakawa@unioeste.br">ericson.hayakawa@unioeste.br</a>
Erika Spanhol Lemunie	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	<a href="mailto:erika.lemnunie@unioeste.br">erika.lemnunie@unioeste.br</a>
Erivelto Mercante	CCT UNIOESTE	Docente Efetivo	<a href="mailto:erivelto.mercante@unioeste.br">erivelto.mercante@unioeste.br</a>
Estevan Luiz da Silveira	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	<a href="mailto:estevansilveira@gmail.com">estevansilveira@gmail.com</a>
Estevão Jasper Comitti	UNILA EXTERNO	Pesquisador exteno	<a href="mailto:estevaocomitti@gmail.com">estevaocomitti@gmail.com</a>
Flavia Begnini	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	<a href="mailto:flavia.begnini@gmail.com">flavia.begnini@gmail.com</a>
Gabriel Camargo de Lima	CCET UNIOESTE	Técnico laboratório Unioeste	<a href="mailto:gabrielcamargodelima23@gmail.com">gabrielcamargodelima23@gmail.com</a>
Guilherme Sandaka	CCET UNIOESTE	PPGEA/Engenharia de Energia na Agricultura	<a href="mailto:guilherme.sandaka@ifpr.edu.br">guilherme.sandaka@ifpr.edu.br</a>
Jorge Augusto Wissmann	CCET UNIOESTE	Docente efetivo	<a href="mailto:jorge.wissmann@unioeste.br">jorge.wissmann@unioeste.br</a>
Karoline Rengel Santos	CCBS UNIOESTE	Acadêmica/Graduação Ciências Biológicas	<a href="mailto:krengelsantos@gmail.com">krengelsantos@gmail.com</a>
Laís Viana	CCBS UNIOESTE	Acadêmica/Graduação Ciências Biológicas	<a href="mailto:laiviana325@gmail.com">laiviana325@gmail.com</a>
Lívia Godinho Temponi	CCBS UNIOESTE	Docente Efetivo	<a href="mailto:liviatemponi@yahoo.com.br">liviatemponi@yahoo.com.br</a>
Lucas André Rorato	CCT UNIOESTE	Pós-graduação PGEAGRI	<a href="mailto:luca.rorato@unioeste.br">luca.rorato@unioeste.br</a>
Lucas Festugato (cpf: 812.424.250-04; 28/12/1983)	DOCENTE UFRGS	Pesquisador externo	<a href="mailto:luca@ufrgs.br">luca@ufrgs.br</a>

Luciano Lazzarini Wolff	CCBS UNIOESTE	PSS docente CCBS/UNIOESTE	luciano.lazzarini.wolff@gmail.com
Luiz Eduardo Bissani	CCET UNIOESTE	Graduação Engenharia Civil	luizbissani@gmail.com
Marcela Jacomini Corsini	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	macorsini@hotmail.com
Marina Bellaver Corte (cpf: 017.675.760-05; 23/01/1989)	UFRGS EXTERNO	Pesquisador externo	marina@ufrgs.br
Maritane Prior	CCET UNIOESTE	Docente Efetivo Unioeste	Maritane.prior@unioeste.br
Marlene Lívia Toderke	CCBS UNIOESTE	Pesquisadora Externo	marlenetoderke@yahoo.com.br
Michel Varajão Garey	UNILA EXTERNO	Pesquisador externo	michelgarey@gmail.com
Milena Tormes da Silva	CCET UNIOESTE	Graduação Engenharia Agrícola	milenatormesdasilva@gmail.com
Neucir Szinwelski	CCBS UNIOESTE	Docente Efetivo Unioeste	neucir.szinwelski@unioeste.br
Patricia Pilatti Alves	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	patriciapilatti@gmail.com
Paula Delise da Costa de Oliveira	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	pauladelise.eamb@gmail.com
Priscila Esclarski	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	prisk.esclarski@gmail.com
Rafaela Adam Baioco	CCET UNIOESTE	PPGEA/Engenharia de Energia na Agricultura	rafaela_baioco@hotmail.com
Rafaela Harumi Fujita	CCH UNIOESTE FRANCISCO BELTRÃO	Docente Efetivo Unioeste	rafaela.fujita@unioeste.br
Raquél Izidório Reis	UNILA EXTERNO	Acadêmica externo/UNILA	raquel.izi.reis@gmail.com
Renan Borges dos Reis	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	reis.renanb@gmail.com
Ricardo Crecencio	CCBS UNIOESTE	Pós-graduação PPRN	crecencioricardo@hotmail.com
Ricardo Guicho	CCET UNIOESTE	PPGEA/Engenharia de Energia na Agricultura	ricardoguicho@gmail.com
Roberto Laridondo Lui	CCBS UNIOESTE	Docente Efetivo	roberto.lui@unioeste.br

Samuel Sena dos Santos de Souza	CCBS UNIOESTE	Acadêmico/Graduação Ciências Biológicas	<a href="mailto:samuel.sena9@unioeste.br">samuel.sena9@unioeste.br</a>
Shirley Martins Silva	CCBS UNIOESTE	Docente Efetivo	<a href="mailto:shirley.silva@unioeste.br">shirley.silva@unioeste.br</a>
Suami Moreira Barbosa	CCBS UNIOESTE	Acadêmico/Graduação Ciências Biológicas	<a href="mailto:suami.barbosa@unioeste.br">suami.barbosa@unioeste.br</a>
Tereza Cristina Costa de Mattos	CCBS UNIOESTE	Servidor técnico CCBS/UNIOESTE	<a href="mailto:tccmattos@gmail.com">tccmattos@gmail.com</a>
Thiago Silvestrini Salvador	CCBS UNIOESTE	Graduação UNIOESTE	<a href="mailto:thiago.salvador@unioeste.br">thiago.salvador@unioeste.br</a>
Vitor Cavalheiro Krüger	CCET UNIOESTE	Graduação Engenharia Civil	<a href="mailto:vitor.kruger@unioeste.br">vitor.kruger@unioeste.br</a>
Wellington Delabenetta	CCET UNIOESTE	Pós-graduação PGEAGRI	<a href="mailto:wellington.delabenetta@unioeste.br">wellington.delabenetta@unioeste.br</a>
Zilmara Maria Welfer Czekoski	PSS Técnica UNIOESTE Cascavel	Servidora técnica	<a href="mailto:zilmara.czekoski@unioeste.br">zilmara.czekoski@unioeste.br</a>

### 5. RESUMO (até 20 linhas):

A segurança de barragens é um tema de relevância estratégica para a gestão de recursos hídricos e proteção de vidas humanas. Os estudos diagnósticos dessas estruturas e ambientes associados buscam avaliar as condições estruturais, geotécnicas e hidrológicas da barragem e as características ambientais da bacia de contribuição. Nesse contexto, na área urbana de Cascavel foram construídas barragens com diferentes dimensões e finalidades que necessitam ser monitoradas, uma vez que quaisquer eventuais rompimentos comprometem inúmeras situações e emergências relacionadas tanto as populações humanas quanto a biodiversidade desses locais. Nesse contexto, esse projeto tem por objetivos avaliar as condições e estruturas associadas as barragens, realizar ensaios laboratoriais, levantamentos socioambientais, hidrológicos, geomorfológicos, usos do solo, populações humanas associadas e modelagens de mancha de inundação na área de influência. Esse conjunto de informações é fundamental para validar os parâmetros utilizados nos modelos numéricos de estabilidade e ajudam a prever o comportamento da barragem em diferentes cenários. Além disso, subsidiam a elaboração de planos de segurança da barragem e plano de ação emergencial. Dessa forma, esse projeto consiste em uma pesquisa multidisciplinar envolvendo profissionais e estudantes de diferentes áreas das ciências ambientais e engenharias e aplicação de metodologias e protocolos de investigação de acordo com portarias e legislação vigente.

## 6. ASSINALAR ABAIXO OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PERTINENTES ÀS ATIVIDADES DO GRUPO:

- 1. ERRADICAÇÃO DA POBREZA
- 2. FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL
- 3. SAÚDE E BEM-ESTAR
- 4. EDUCAÇÃO DE QUALIDADE
- 5. IGUALDADE DE GÊNERO
- 6. ÁGUA LIMPA E SANEAMENTO
- 7. ENERGIA ACESSÍVEL E LIMPA
- 8. TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO
- 9. INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA
- 10. REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES
- 11. CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS
- 12. CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS
- 13. AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA
- 14. VIDA NA ÁGUA
- 15. VIDA TERRESTRE
- 16. PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES
- 17. PARCERIAS E MEIOS DE IMPLEMENTAÇÃO

## 7. PALAVRAS-CHAVE:

Segurança de Barragem, Monitoramento ambiental; Plano de Ação Emergencial, Sustentabilidade Urbana.

## 8. CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA:

- a) Grande área: MULTIDISCIPLINAR \_\_\_\_\_ Código CNPq: 90000005  
Área: CIÊNCIAS AMBIENTAIS \_\_\_\_\_ Código CNPq: 90500008  
b) Subárea: \_\_\_\_\_ Código CNPq: \_\_\_\_\_

**Atenção:** Algumas áreas não apresentam na tabela o nome/código do 4º nível de conhecimento, mesmo assim, discrimine-os, pois, esta informação é imprescindível para o Banco de Dados da pesquisa da PRPPG.

## 9. DESCRIÇÃO DO PROJETO.

### INTRODUÇÃO

A segurança de barragens, incluindo aquelas de abastecimento de água, é um tema de relevância estratégica para a gestão de recursos hídricos e proteção de vidas humanas e do ambiente associado. A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei nº 12.334/2010 e atualizada pela Lei nº 14.066/2020, estabelece diretrizes para garantir a estabilidade, monitoramento e revisão periódica dos planos de segurança dessas estruturas.

A atualização da Política Nacional de Segurança de Barragens, por meio da Lei nº 14.066/2020, foi motivada principalmente pela necessidade de fortalecer o marco regulatório após os graves rompimentos das barragens de Mariana (2015) e Brumadinho (2019), que evidenciaram falhas estruturais, ausência de fiscalização eficaz e lacunas na responsabilização dos empreendedores. Embora a lei original de 2010 já estabelecesse diretrizes para segurança, os desastres mostraram que era preciso ampliar as exigências legais, aumentar o rigor na classificação de risco e dano potencial associado, e garantir maior transparência e controle por parte dos órgãos fiscalizadores. Assim, a nova legislação busca prevenir tragédias semelhantes, proteger vidas humanas e o meio ambiente, e responsabilizar de forma mais clara os gestores públicos e privados pela integridade das estruturas sob sua responsabilidade.

As principais mudanças trazidas pela Lei nº 14.066/2020 incluem:

- Ampliação das responsabilidades do empreendedor: A nova lei reforça que o empreendedor é o principal responsável pela segurança da barragem, inclusive em situações de emergência.
- Classificação obrigatória de risco e dano potencial associado: Todas as barragens devem ser classificadas quanto ao risco e ao DPA, o que impacta diretamente na exigência de PSB, PAE e ISR.

Dessa forma, os estudos diagnósticos têm como objetivo avaliar as condições estruturais, geotécnicas e hidrológicas da barragem. Devem contemplar:

- Levantamento topográfico e batimétrico do reservatório
- Caracterização geológica e geotécnica do maciço

- Avaliação da instrumentação existente (piezômetros, inclinômetros, etc.)
- Análise de risco e classificação da barragem conforme dano potencial associado e categoria de risco.

Os estudos diagnósticos e ensaios laboratoriais são fundamentais para validar os parâmetros utilizados nos modelos de estabilidade e comportamento da estrutura. Incluem ensaios de permeabilidade e resistência ao cisalhamento de solos, análise granulométrica e plasticidade, ensaios de compactação e caracterização de materiais de construção. Esses estudos subsidiam a elaboração e revisão do Plano de Segurança da Barragem (PSB), conforme exigido pela legislação vigente.

A compilação de dados das características da barragem, estabilidade, bem como os componentes ambientais, biodiversidade e populações humanas nas zonas de interferência, alimenta os modelos numéricos de estabilidade e ajuda a prever o comportamento da barragem em diferentes cenários. Ainda, subsidiam a elaboração do plano de ação emergencial.

O Plano de Ação Emergencial (PAE) constitui um instrumento estratégico de gestão de riscos, cuja elaboração é indispensável para organizações públicas e privadas que lidam com potenciais situações críticas. De acordo com o Ministério da Saúde (2024), os planos de contingência e ação emergencial são essenciais para estruturar respostas rápidas e coordenadas em cenários de emergência, permitindo a definição clara de responsabilidades, fluxos de comunicação e protocolos de atuação. Nesse contexto, surgem perguntas como: Por que elaborar o Plano de Ação Emergencial? Diante de uma emergência, o que deve ser feito em primeiro lugar? Quem deve ser acionado? Quais os procedimentos que devem ser adotados? Quando um acidente, como por exemplo, o rompimento de uma barragem ocorre, quanto mais rápido o tempo de resposta, menor serão os impactos ao meio ambiente, à população e ao patrimônio sociocultural. Entretanto, para que isso ocorra, é preciso, antes, elaborar um Plano de Ação Emergencial (PAE). Assim, o PAE é um plano elaborado para fornecer diretrizes, estratégias, informações e dados que permitam a adoção de procedimentos lógicos, técnicos e administrativos a serem adotados em casos de

acidentes e emergências. Nessa linha, a elaboração do Plano de Ação Emergencial (PAE) é uma medida essencial para garantir a segurança das pessoas, do patrimônio e do meio ambiente diante de situações imprevistas que possam representar riscos significativos.

Considerando a natureza e características do barramento do lago Municipal de Cascavel e os potenciais cenários de emergência, torna-se imprescindível a adoção de um plano estruturado que estabeleça diretrizes claras de segurança, prevenção, resposta e mitigação de danos. O embasamento legal é baseado na Política Nacional de Segurança de Barragens e demais normativas estaduais e federais aplicáveis, incluindo a Lei nº 14.066/2020, que alterou a Lei nº 12.334/2010, instituindo a nova Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Essa atualização fortaleceu as exigências sobre o PAE, especialmente para barragens classificadas com alto dano potencial associado ou alto risco. Além disso, a Portaria nº 70.389/2017 da Agência Nacional de Mineração (ANM) e a Resolução nº 143/2012 da ANA (para barragens de usos múltiplos, como abastecimento) também trazem diretrizes específicas para a elaboração do PAE.

As diretrizes do estado do Paraná para a elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE) de barragens e reservatórios de água são estabelecidas pelo Instituto Água e Terra (IAT) e seguem normas da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). A Portaria IAT nº 467/2023 define critérios e procedimentos para a classificação de barragens, inspeções de segurança e requisitos mínimos do PAE. O PAE deve ser elaborado de forma multidisciplinar, garantindo que todos os aspectos de segurança, ambientais e sociais sejam considerados.

A execução rigorosa dos estudos diagnósticos, ensaios laboratoriais e elaboração de relatórios técnicos é essencial para garantir a segurança das barragens. O cumprimento da legislação vigente fortalece a prevenção de acidentes e promove a sustentabilidade socioambiental.

Considerando as justificativas e a contextualização da proposta acima, a formalização de um convênio de cooperação técnica-científica entre a Prefeitura

Municipal de Cascavel – PR, Fundep, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Programa de Pós-graduação em Conservação e Manejo/PPRN, busca uma excelência na execução das atividades previstas, aliado à celeridade que se almeja no ordenamento e gestão de área de riscos, como é o caso de barragens. Adicionalmente, os estudos diagnósticos e laboratoriais que subsidiam a segurança da barragem, a revisão do plano de barragem, a elaboração do plano de ação de emergência realizado por professores, técnicos e pós-graduandos da Unioeste altamente qualificados (doutores e mestres) promove a interlocução entre Universidade – Sociedade e Formação de Recursos Humanos que atuem no local para o desenvolvimento e gestão sustentável do município.

Ademais, a natureza intelectual e especializada na execução dessa proposta visa auxiliar o município no atendimento aos requisitos de licenciamento ambiental junto ao órgão estadual (IAT), bem como às demandas do Ministério Público, sendo essencial para a tomada de decisões pelos gestores municipais frente a possíveis desastres. A proposta inclui os estudos diagnósticos e a elaboração de material científico, além do treinamento dos gestores municipais e stakeholders de modo a otimizar a transferência de conhecimento e discussão de respostas esperadas e responsabilidades de cada ator no contexto da barragem e da área de influência. A equipe composta por docentes, pós-graduandos e acadêmicos da Unioeste, uma instituição pública renomada, torna mais eficaz, perene e eficiente a transferência e interlocução dos treinamentos para atender ao interesse público da prefeitura municipal de Cascavel, garantindo a qualidade da capacitação e a segurança das comunidades envolvidas. Nesse sentido cabe destacar os seguintes requisitos da equipe:

- Reconhecimento público e técnico na área de geotecnia e gestão de riscos;
- Experiência comprovada em treinamentos voltados à administração pública e stakeholders;
- Produção científica relevante (publicações, pareceres, consultorias) que atestam a autoridade da equipe no tema;

- Histórico de atuação em projetos similares, com resultados mensuráveis e bem avaliados. Nesse tópico, vale mencionar as parcerias já consolidadas entre a Prefeitura Municipal de Cascavel e a Unioeste, destacando as obras de ampliação do aeroporto municipal de Cascavel (coordenado pelos professores Guilherme Irineu Venson e Décio Lopes Cardoso), termos de convênios em execução de diagnósticos e monitoramento da ictiofauna em três parques lineares do município, bem como da elaboração de seis planos de manejo de áreas na cidade de Cascavel.

- Cabe ressaltar ainda que, segundo a LEI nº 12.334 de 2010, alterada pela Lei nº 14.066, de 2020, o RPSB é obrigatório, e a ANA nº 236 de 2017, alterada pela Resolução ANA nº 121 de 2022, determina seus elementos e periodicidade.

No Plano de Segurança da Barragem, elaborado por empresa subcontratada pela Prefeitura Municipal de Cascavel, indica a necessidade da elaboração do RPSB contemplando os seguintes elementos:

a. Revisar e/ou elaborar sondagens e outros ensaios geológico-estruturais, em especial, as zonas de cisalhamento, deslizamentos e os materiais de construção. Considerando-se a ausência de registros dos ensaios de laboratório e de campo executados no maciço de fundação e dos relativos aos materiais de construção do corpo do barramento, recomenda-se que os estudos geotécnicos devam incluir, no mínimo, a realização de ensaios de classificação, análise granulométrica, limites de Atterberg dos solos, Ensaios Proctor e densidade relativa, teor em água, ensaios de resistência mecânica, análise granulométrica e de permeabilidade dos filtros e drenos.

b. A elaboração de procedimentos de manutenção e operação a serem adotados pelo empreendedor.

c. Análise de aderência entre o projeto e construção.

d. A realização de análises de estabilidade da barragem, distribuição das poro-pressões no aterro, análise das deformações da fundação e análise do controle de percolação no aterro e na fundação.

e. Análise de segurança hidráulica em função das condições atuais de enchimento do reservatório.

f. Análise dos resultados dos estudos para redução da categoria de risco da barragem.

Nesse contexto, esse projeto será vinculado as atividades de pesquisa e extensão de Laboratórios de Pesquisa do Bioinfra/PPRN, Laboratório de Geotecnica CCET, Laboratório de Estudos da Dinâmica Ambiental e Grupo Multidisciplinar de Estudos Ambientais da UNIOESTE, e pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Laboratório de Engenharia Geotécnica e Geotecnologia Ambiental), cujos profissionais coordenadores de áreas e respectivas equipes são pesquisadores renomados com mais de 20 anos na área ambiental, engenharia, geotecnica e sensoriamento remoto e biodiversidade. Essa parceria com A UFRGS inclui inclusive processamento de amostras em equipamentos de alta tecnologia e transferência de metodologias e padronização de experimentos para os laboratórios de geotecnica do CCET/Unioeste.

A formalização da parceria com a UFRGS se dará por meio da Fundação Empresa-Escola de Engenharia da UFRGS – FEENG, que receberá parte do recurso para cobrir custos de execução da pesquisa envolvendo principalmente os estudos das barragens, cujas atividades serão executadas nos laboratórios da UFRGS.

Todas as atividades serão associadas a pesquisas e extensão da Unioeste, incluindo alunos da graduação em engenharia civil, geografia, engenharia agrícola, ciências biológicas, entre outros cursos e do Programa de Pós-graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais da Unioeste, Engenharia Agrícola e Geografia, bem como docentes e alunos da UFRGS.

Assim, além do notório saber, especificidade e experiência técnica da equipe, o projeto contempla a formação de recursos humanos vinculados a Unioeste, uma instituição pública e de intensa inserção e atuação local e regional em demandas da sociedade. Os resultados dos diagnósticos, ensaios laboratoriais, relatórios técnicos, planos de ação da área do Lago Municipal de Cascavel comporão trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses de alunos vinculados aos programas de pós-

graduação da Unioeste e da UFRGS, além de pesquisas dos alunos da graduação que serão bolsistas no projeto.

## OBJETIVOS

### Objetivo geral

- Realizar diagnóstico ambiental, estudos e ensaios laboratoriais sobre a estrutura e área de influência de duas barragens na área urbana de Cascavel, PR.

### Objetivos específicos

1. Realizar estudos diagnósticos e ensaios laboratoriais geotécnicos da barragem do Lago Municipal Paulo Gorski/Cascavel.
2. Avaliar as condições do relevo, topográficos e batimétricos do barramento do Lago Municipal de Cascavel.
3. Obter informações sobre as condições da estrutura em concreto da barragem (Barragem do Lago Municipal Paulo Gorski e do Parque Tarquínio/Cascavel).
4. Realizar estudos para aferição da Estabilidade e Fator de Segurança da barragem.
5. Estabelecer critérios e elaboração de planos de instrumentação e monitoramento da barragem do Lago Municipal Paulo Gorski e do Parque Tarquínio/Cascavel.
6. Produzir diagnósticos da mancha de inundação da barragem do Lago Municipal Paulo Gorski e do Parque Tarquínio/Cascavel.
7. Obter informações relevantes sobre Hidrogeomorfologia (tipos, usos e ocupação das bacias hidrográficas de inserção de cada barragem).
8. Caracterizar a Vegetação Terrestre na crista da barragem e o potencial de enraizamento na estrutura da barragem.

9. Inventariar os diversos grupos faunísticos de vertebrados que ocupam as áreas da barragem e adjacentes, em especial na mancha de inundação (Melissofauna, Ictiofauna, Herpetofauna, Mastofauna);

10. Avaliar e quantificar os Aspectos Socioambientais da população da área de influência da mancha de inundação, bem como mapeamento de bens culturais.

11. Elaborar material instrutivo, de divulgação e treinamento para emergências sob rompimento de barragens.

12. Estabelecer parcerias e trocas de experiências e protocolos de análises na área de geotecnica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esse projeto consiste em uma pesquisa multidisciplinar envolvendo profissionais e estudantes de diferentes áreas do conhecimento contendo o diagnóstico ambiental, ensaios laboratoriais e avaliação in loco dos diferentes componentes da estabilidade, segurança, mancha de inundação associada a rompimento de barragens e perfil da população afetada, em duas barragens na cidade de Cascavel. A equipe e as áreas a serem investigadas constituem de profissionais em diferentes áreas das ciências ambientais da Unioeste e da UFRGS.

### Área de estudo

Envolve a bacia de captação, lago e barragem do Lago municipal de Cascavel, bem como suas adjacências e jusante considerando a possível mancha de inundação (cerca de 12 km a jusante), bem como a bacia de captação e barragem do Parque Tarquínio. Como as duas barragens possuem dimensões e características muito distintas, as metodologias são descritas separadamente.

### 1. Barragem do Lago Municipal de Cascavel:

### **1.1. Levantamento Aerofotogramétrico e Batimétrico do Lago Municipal Paulo Gorski, Cascavel**

A área de estudo envolverá a bacia hidrográfica do rio Cascavel englobando suas nascentes, o lago e a área a jusante considerada dentro da possível mancha de inundação, conforme figura abaixo (Figura 1) e de acordo com os critérios definidos dentro do Plano de Segurança da Barragem.



Figura 1 Área de estudo para levantamento aerofotogramétrico e batimetria do lago Municipal Paulo Gorski, Cascavel.

#### **1.1.1 Levantamento Aerofotogramétrico do Lago Municipal Paulo Gorski, Cascavel.**

Será executado um levantamento aerofotogramétrico com drone para obtenção de ortofotos RGB (Red-Green-Blue) de alta resolução, Modelos Digitais de Superfície (MDS), Modelos Digitais de Terreno (MDT) e curvas de nível, da bacia em questão, garantindo precisão compatível com normas técnicas. O levantamento servirá de subsídio para estudos de engenharia da barragem, monitoramento ambiental e planejamento territorial.

O VANT (Veículo Aéreo não Tripulado) (Figura 2) utilizado para realização do aerolevantamento será o Matrice 300 RTK (Figura 2A). Desenvolvido pela empresa chinesa Da-Jiang Innovations (DJI). O equipamento possui um sistema avançado de gerenciamento de energia com baterias duplas, que garantem o seu fornecimento e aumentam a segurança do voo. Sem carga e em condições meteorológicas ideais, o Matrice 300 RTK possui um tempo de voo de até 55 minutos, podendo variar de acordo com o ambiente.

O VANT possui um módulo RTK integrado, que fornece os dados de orientação mais precisos para seu posicionamento, também sendo possível obter dados usando uma estação móvel GNSS de alta precisão DJI D-RTK 2 (DJI, 2022). A integração do GNSS Emlid Reach (Figura 2B) junto ao Matrice 300 RTK proporciona um aumento na precisão do aerolevantamento, reduzindo erros de metros para centímetros, bem como auxiliando na coleta de pontos georreferenciados (EMLID, [s.d.]).

O sensor utilizado no VANT é independente do processador das imagens, o que possibilita a utilização de diferentes sensores, cada um ideal para cada aplicação necessária (DJI, 2022). Para o desenvolvimento do projeto, será utilizado um sensor LiDAR e RGB presentes na câmera Zenmuse L1 (Figura 2C). O sensor LiDAR funciona através da emissão de pulsos laser, medindo o tempo que leva para refletir no objeto e retornar ao sensor, formando uma nuvem de pontos tridimensional, com uma taxa de pontos efetiva de 240.000 pts/s. O sensor RGB possui resolução de 20MP, com uma velocidade mecânica do obturador de 1/2000 – 8 S e velocidade eletrônica do obturador de 1/8000 – 8 S (DJI, [s.d.]).



Figura 2. VANT (Veículo Aéreo não Tripulado). A) DJI Matrice 300 RTK (DJI, 2022), B) GNSS de precisão Emlid Reach (EMLID, [s.d.]), Câmera Zenmuse L1 com sensor LIDAR e RGB integrados (DJI, [s.d.]).

A nuvem de pontos obtida no aerolevantamento utilizando este sensor será processada no software DJI Terra para a modelagem tridimensional das áreas de estudo, através da projeção Gaussiana. Este software possui tecnologias de reconstrução avançadas e possibilita maior eficiência e precisão quando combinado com VANTS da DJI, pois promove uma unificação entre software e hardware para a aquisição, processamento e aplicação de dados (DJI, [s.d.]).

Aqui apresentamos como exemplo uma modelagem tridimensional da UNIOESTE (Universidade Estadual do Oeste do Paraná) - Campus de Cascavel (Figura 3), que foi realizada no software DJI Terra com a nuvem de pontos obtidas pelo sensor LiDAR.



Figura 3 Exemplo de Modelagem tridimensional: UNIOESTE - Campus de Cascavel.

As fotos obtidas pelo sensor RGB serão processadas no software de fotogrametria Pix4D Mapper, obtendo o ortomosaico de cada área para posteriormente serem vetorizadas e manipuladas no QGIS, um software gratuito e uma ferramenta SIG (Sistema de Informação Geográfica).

#### Planejamento de Voo

Será realizada a cobertura integral do Lago Municipal Paulo Góeski e entorno com GSD ≤ 10 cm (Ground Sample Distance – Distância de Amostragem do Solo); sobreposição de 80% longitudinal e 70% lateral; missões programadas em software com GNSS; ajustes de altura em áreas com variação topográfica.

#### Apoio de Campo

Implantação de GCPs (pontos de controle) visíveis nas imagens; levantamento de GCPs com GNSS, referenciados ao SIRGAS2000/UTM e altitudes ortométricas (MapGeo2015/IBGE); entrega de arquivos brutos e relatórios de processamento.

#### Aquisição de Imagens

Voo sistemático cobrindo a área de interesse; registro de imagens RAW/JPEG com metadados; equalização radiométrica caso haja voos em dias distintos.

## Processamento Fotogramétrico

Aerotriangulação com GNSS/IMU + GCPs; geração de nuvem de pontos densa, MDS e MDT editados; controle de qualidade com base em PEC-PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Cartográficos Digitais) Classe A e cálculo de RMS.

A seguir, tem-se ilustração de alguns equipamentos e registros sobre os procedimentos que envolvem o levantamento aerofotogramétrico (Figuras 4 e 5). A referência listada também integra a equipe que realizará o levantamento.

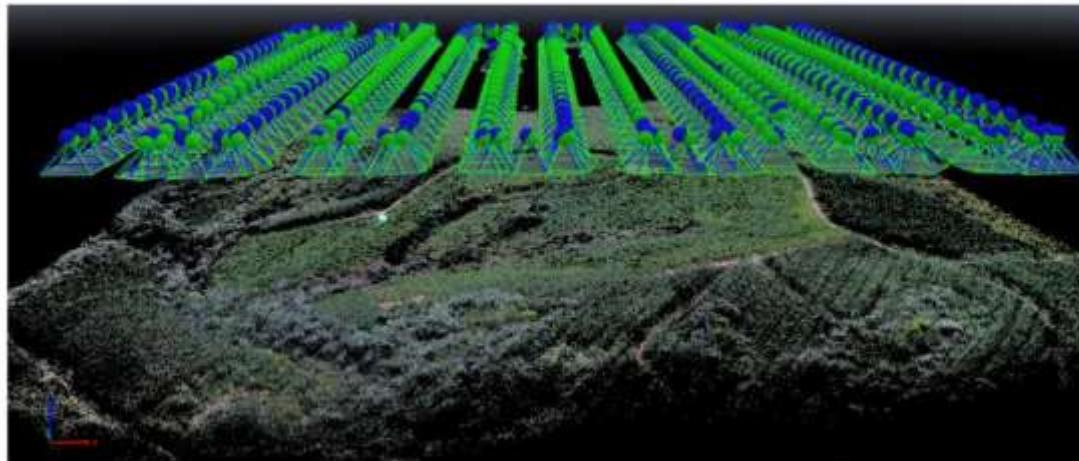


Figura 4. Plano de voo, geração, classificação e filtragem da nuvem de pontos (Hung et al., 2018).

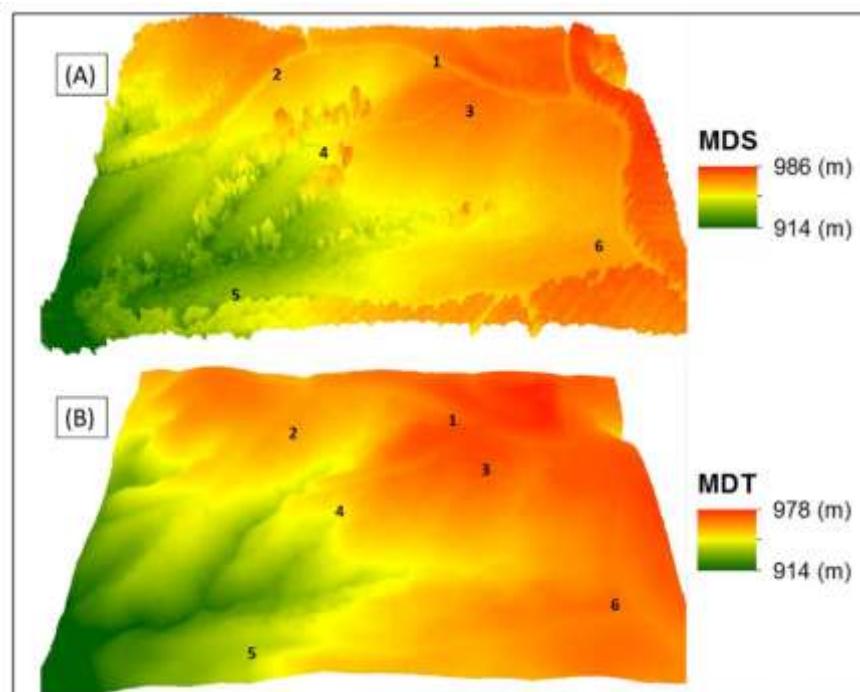


Figura 5. Exemplo de MDS e MDT (Hung et al., 2018).

#### 1.1.2 Levantamento Topográfico na área do Lago Municipal Paulo Gorski, Cascavel

O objetivo do levantamento topográfico é realizar o levantamento topográfico dos pontos de interesse localizados na barragem e ao longo da bacia hidrográfica, com o propósito de obter a diferença de cotas (desnível) entre esses pontos. Esses dados permitirão a definição de seções transversais da barragem para análises hidráulicas e estruturais. Também será usado para pontos e características de interesse na área de estudo.

O levantamento das coordenadas será executado com o uso de uma Estação Total modelo GD2i-8, cujas especificações técnicas são apresentadas a seguir:

- Alcance com prisma: até 5.000 metros;
- Alcance sem prisma: até 800 metros;
- Precisão com prisma:  $\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$ ;
- Precisão sem prisma:  $\pm (5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$ ;

- Tempo de medição (modo fino): 1,2 segundos;
- Tempo de medição (modo contínuo): 0,5 segundos;
- Precisão angular: 2 segundos de arco (2'');
- Ampliação do telescópio: 30x;
- Diâmetro da objetiva: 45 mm;
- Distância mínima de foco: 1,5 metros;
- Peso do equipamento: 5,4 kg.

Para auxiliar no levantamento dos pontos georreferenciados será realizado utilizando o equipamento de posicionamento global de alta precisão Emlid Reach. Este sistema opera com base em correções diferenciais (RTK – Real Time Kinematic) (Figura 2) e é composto por dois módulos principais: a Base e o Rover.

A unidade Base, responsável por captar os sinais GNSS (Global Navigation Satellite System), será fixada sobre um tripé em local aberto, de modo a garantir ampla visada do céu e, consequentemente, melhor recepção dos sinais dos satélites. A unidade Rover, que executa as medições dos pontos no campo, será acoplada a um bastão geodésico, permitindo seu deslocamento até os locais de interesse para obtenção das coordenadas.

Após a montagem e nivelamento da Base, inicia-se o processo de calibração e inicialização do sistema, que consiste na coleta de dados dos satélites visíveis por um período estimado de 120 minutos (ou superior, conforme necessidade) para garantir a acurácia da posição da Base.

Com a Base devidamente inicializada, procede-se à configuração do sistema para operação em modo RTK, conectando a unidade Rover à Base via sinal sem fio. Todo o gerenciamento do sistema, incluindo configuração e coleta dos dados, é realizado por meio do aplicativo Emlid Flow, disponível para dispositivos móveis. A conexão entre o celular e o equipamento GPS ocorre via rede Wi-Fi local gerada pelo próprio dispositivo.

Após o pareamento, o operador posiciona o Rover sobre cada ponto a ser levantado. O bastão geodésico deve ser mantido vertical e estável, com o equipamento devidamente nivelado, garantindo assim a precisão da medição. A

marcação da coordenada ocorre somente após a obtenção de sinal de satélite com qualidade suficiente, conforme os critérios de acurácia definidos no sistema.



Figura 6. Estação total GD2i-8.

#### *1.1.3 Levantamento Batimétrico na área do Lago Municipal Paulo Gorski, Cascavel*

O levantamento batimétrico do lago de Cascavel será realizado visando subsidiar estudos de engenharia para a avaliação das condições atuais e o planejamento da barragem, contemplando a determinação da morfologia subaquática, cálculo de volume de água armazenada e identificação de áreas críticas de assoreamento. Esse levantamento é necessário considerando que houve várias mudanças incluindo o desassoreamento do lago em 2021 (<https://www.sanepar.com.br/noticias/sanepar-e-prefeitura-entregam-obras-de-desassoreamento-do-lago-municipal-de-cascavel>):

Nesse contexto, é imprescindível realizar a batimetria e o levantamento aerofotogramétrico dada a relevância de obter dados precisos, uma vez que no caso da barragem do complexo do Parque Paulo Gorski, uma eventual ruptura de barragem, tem a possibilidade concreta de inundação de centenas de imóveis e da rodovia BR-277 localizados a jusante do barramento.

Será realizado o levantamento preliminar da área (delimitação do espelho d'água via imagem de drone ou satélite), e a definição dos transectos de navegação em malha regular de detalhe (zigue-zague) para garantir cobertura homogênea. Para isso serão usados uma Ecosonda multifixe ou monofixe (ex.: Furuno GP-1650F) acoplada a GNSS (Figura 7), com embarcação equipada com motor elétrico (mínimo 70 lb) e bateria 150 A. A navegação ocorrerá em malha regular, obtendo pontos X, Y e Z (latitude, longitude, profundidade), com registro contínuo de dados em computador de bordo. Após a obtenção dos dados em campo, será realizada a importação dos dados para software específico (Fugawi, Hypack ou similar), exportação em formato compatível (ASCII, shapefile), interpolação dos dados em SIG – Sistema de Informação Geográfica - utilizando método adequado para geração de Modelo Digital de Profundidade (MDP) e a obtenção de estatísticas para estimar o erro do modelo de profundidade do lago (RMS – erro médio quadrático). Como resultado final será construído o mapa batimétrico completo em escala adequada (1:1.000 ou 1:5.000), Modelo Digital de Profundidade (MDP) em formato raster/vetor e Cálculo volumétrico do lago (capacidade total e por cotas de nível).

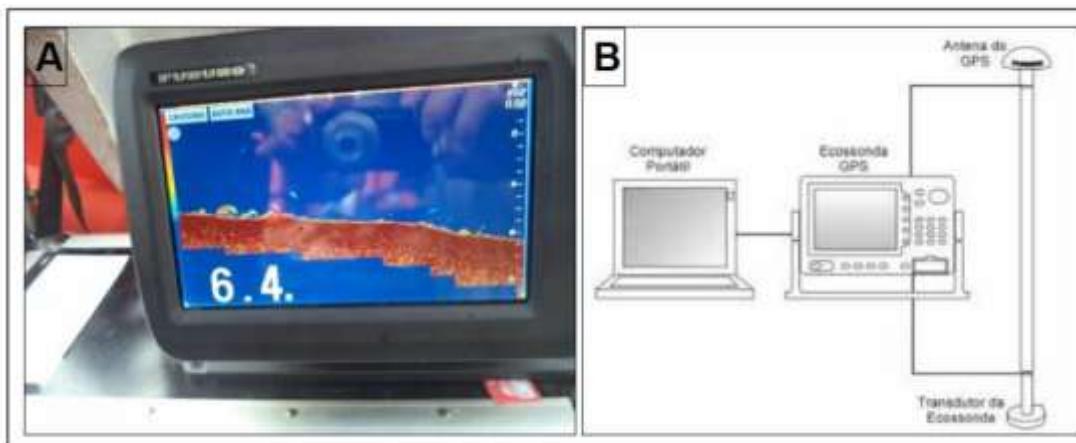


Figura 7 - Levantamento batimétrico. A) Ecosonda Furuno utilizada para levantamento batimétrico. B) montagem do equipamento (Fonte – Modificado de Martins, 2004).

### **1.2. Pesquisa e Estudos Diagnósticos, Ensaios Laboratoriais Geotécnicos referentes a Barragem do Lago Municipal de Cascavel:**

A metodologia proposta busca atender às exigências da Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334/2010), das Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e das diretrizes estabelecidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), bem como às normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e legislações estaduais aplicáveis (Instituto Água e Terra – IAT/PR).

#### **1.2.1 Estudos e Análise de Estabilidade da Barragem (Es)**

De acordo com Lei nº 12.334/2010, atualizada pela Lei nº 14.066/2020, a Resolução ANA nº 236, de 30 de janeiro de 2017 alterada pela Resolução ANA nº 121, de 9 de maio de 2022 e o Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, Volume 3: Guia de Revisão Periódica de Segurança de Barragem, da Agência Nacional de Águas, disponível em:

<https://www.defesacivil.pr.gov.br/Pagina/Barragens-manuais-e-guias>, a análise de estabilidade de uma barragem constitui um procedimento técnico e científico essencial e obrigatório para assegurar a integridade estrutural do empreendimento, a proteção ambiental e a segurança das populações situadas a jusante. A relevância desta análise está relacionada a garantia da segurança estrutural da obra, a prevenção de acidentes e desastres e ao atendimento às normas e legislações vigentes.

Em relação a segurança a estabilidade de uma barragem depende do equilíbrio entre os esforços resistentes do maciço (peso próprio, resistência ao cisalhamento dos materiais e características geotécnicas do solo) e os esforços solicitantes (pressões hidrostáticas, hidrodinâmicas e outras ações externas). A análise de estabilidade permite avaliar a suficiência dos fatores de segurança frente a potenciais modos de ruptura, como deslizamentos, colapsos parciais ou falhas totais da estrutura.

Em relação a prevenção de acidentes, o colapso de uma barragem pode acarretar perdas humanas, danos ambientais irreversíveis e prejuízos econômicos de grande magnitude. Desse modo, a análise de estabilidade é um estudo e instrumento preventivo para identificar fragilidades e adotar medidas corretivas antes que condições críticas se instalem. Por fim no atendimento às normas e legislações vigentes, a análise de estabilidade da barragem é obrigatória sendo um processo que envolve ensaios de campo e modelos matemáticos.

Para realização da análise de estabilidade da barragem do lago Municipal de Cascavel, prevê-se uma metodologia dividida em 4 etapas, em conformidade aos documentos supracitados:

**Etapa 1 - Exame da documentação e dos procedimentos de manutenção:**

Na primeira etapa serão levantados os dados já existentes da geometria e dos aspectos geológicos do maciço da barragem. Com uso de mapas, documentos da época da construção em posse da prefeitura, normativas e manuais técnicos

### Etapa 2 - Plano de investigação geotécnica:

Na segunda etapa serão realizadas visitas e inspeção de campo da estrutura e, em conjunto aos dados da etapa anterior, será definido um plano de investigação geotécnica, especificando os tipos e quantidades de ensaios de laboratório necessários.

Inicialmente uma previsão deste plano, inclui a divisão da barragem em 3 seções tipo principais, em cada seção preveem-se 2 pontos de amostragem, por escavação, com retirada de material para ensaio em laboratório, totalizando ao menos 6 pontos de ensaio, conforme Figura 8.



Figura 8. Previsão dos pontos de amostragem.

### Etapa 3 – Realização dos ensaios:

Na terceira etapa serão realizados os ensaios previstos divididos em dois grupos principais. O primeiro grupo de ensaios resultará na topografia da barragem, unindo um conjunto de batimetria, voos de drone e medições in loco, de forma a traçar com precisão a seção transversal atual existente do maciço.

Já o segundo grupo de ensaios serão os ensaios geotécnicos em laboratório. A necessidade do tipo e quantidade de ensaios dependem das análises realizadas

nas etapas anteriores. Estes ensaios serão realizados em conformidade normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes, e incluem então:

Ensaios de caracterização em ao menos 6 pontos, incluindo: Caracterização de incluindo granulometria, limites de plasticidade, curva de compactação, peso específico natural, 18 ensaios de cisalhamento direto e 6 ensaios de condutividade hidráulica.

Ensaios de resistência mecânica, incluindo 3 ensaios triaxiais, saturados, consolidados, drenados, realizados a deformação controlada conforme exemplo na Figura 9.



Figura 9. Exemplo equipamento ensaio triaxial.

Os ensaios de resistência preveem ainda 18 ensaios de cisalhamento direto, saturados, conforme exemplo da Figura 10.



Figura 10. Exemplo equipamento de cisalhamento direto (Esq) e Amostras ensaiadas (Dir).

Destes ensaios serão traçadas curvas tensão por deformação de forma a obter os parâmetros resistentes do solo da barragem para uso no modelo da análise de estabilidade.

#### Etapa 4 – Cálculo da estabilidade:

De posse dos dados dos ensaios realizados será realizada uma modelagem computacional, prevista no software PLAXIS® para análise da estabilidade do maciço, os valores obtidos serão compilados em conjunto os demais resultados. Um exemplo da etapa computacional de uma análise de estabilidade pode ser visto na Figura 11.

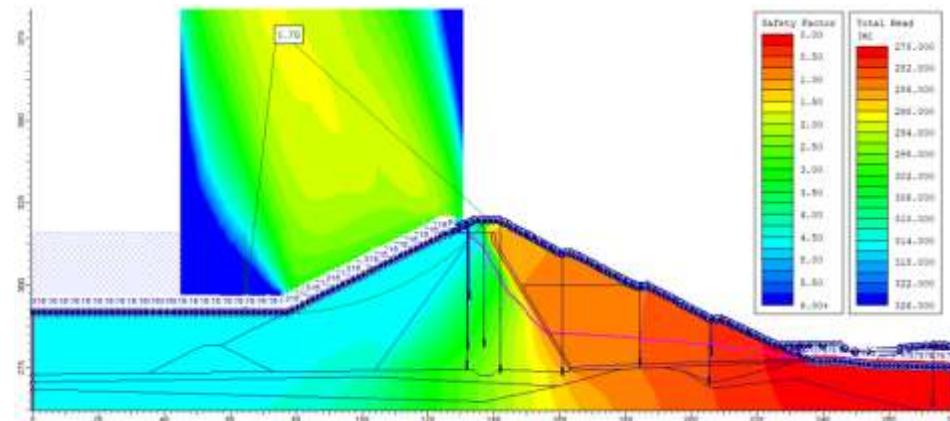


Figura 11. Exemplo de análise da estabilidade de uma barragem em software.

### 1.3. *Estudos hidrogeomorfológicos para subsidiar a Revisão Periódica de Segurança da Barragem (RPSB)*

A Revisão Periódica de Segurança de Barragens (RPSB) é um procedimento técnico-legal estabelecido pela Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334/2010, atualizada pela Lei nº 14.066/2020), destinado à verificação sistemática e documentada das condições de segurança de uma barragem em operação. Trata-se de um processo de auditoria técnica aprofundada, conduzida por profissionais habilitados e com experiência comprovada, que tem como finalidade avaliar a conformidade da estrutura com os requisitos de estabilidade, operação e monitoramento previstos em normas técnicas e regulamentos aplicáveis.

A RPSB consiste em um conjunto de análises e inspeções, de caráter multidisciplinar, que abrangem os aspectos das condições estruturais e geotécnicas do maciço e estruturas extravasoras, instrumentação e monitoramento de parâmetros como nível d'água, poropressões, deslocamentos e recalques; gestão operacional da barragem, incluindo planos de operação, manutenção e emergência e histórico de desempenho da estrutura, com base em registros técnicos e relatórios anteriores e Conformidade legal e normativa.

A RPSB possibilita a identificação precoce de anomalias que, se não corrigidas, podem evoluir para situações críticas de instabilidade ou ruptura, prevenindo acidentes com potenciais consequências catastróficas. O processo de revisão é exigência legal para barragens, constituindo obrigação do empreendedor e instrumento de responsabilidade técnica do engenheiro responsável. Sua realização documentada protege juridicamente o empreendedor e os profissionais envolvidos, seus componentes mínimos são descritos pela Resolução ANA nº 236 de 2017. Salienta-se ainda que atualmente a barragem do lago de Cascavel está classificada na categoria de risco médio, dano potencial alto com necessidade de intervenções, as quais poderão ser norteados pelo RPSB.

Para a realização dos estudos de Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB), prevê-se uma metodologia dividida em 4 etapas:

**Etapa 1 - Exame da documentação e dos procedimentos de manutenção:**

Na primeira etapa serão levantados os dados já existentes do histórico de construção da barragem, com levantamento de projetos, especificações técnicas de materiais, identificação de responsabilidades legais e revisão de investigações geológicas já existentes, de forma a embasar o planejamento da execução das demais etapas

**Etapa 2 – Análise dos procedimentos existentes:**

Conforme especificado na legislação citada, a segunda etapa será composta pela análise dos procedimentos de operação, manutenção e monitoramentos atualmente realizados na estrutura, bem como nas ações realizadas conforme especificação do PSB da barragem, de forma a compilar um conjunto de dados atualizado do estado, condições e ações vigentes na operação da barragem.

Na sequência com os resultados obtidos será elaborado um plano de ensaios e ações complementares conforme as necessidades encontradas.

**Etapa 3 – Análise das condições do entorno da barragem:**

Na terceira etapa serão realizados os levantamentos topográficos de todas as regiões de entorno e impacto na área da barragem e do lago. Nessa etapa serão realizados ainda os ensaios de caracterização das estruturas de concreto armado da barragem de forma a avaliar suas condições. Nessa etapa prevê-se ainda a utilização do software Ansys® para modelagem do comportamento do concreto.

O ANSYS é um software de análise numérica por método dos elementos finitos (MEF) (Figura 12), utilizado na engenharia para simulações estruturais, térmicas, de fluidos e multifísicas. Na modelagem do concreto armado, o ANSYS serve para avaliar o comportamento estrutural sob diferentes condições de carregamento, permitindo representar a não linearidade do concreto (fissuração, esmagamento) e do aço (plasticidade, escoamento), fornecendo resultados precisos sobre tensões, deformações e fatores de segurança da estrutura.

Os elementos de concreto armado da barragem são: extravasor de cheias, canal de descarga, câmaras de dissipação, muros da bacia de dissipação, parede da câmara de manobra.

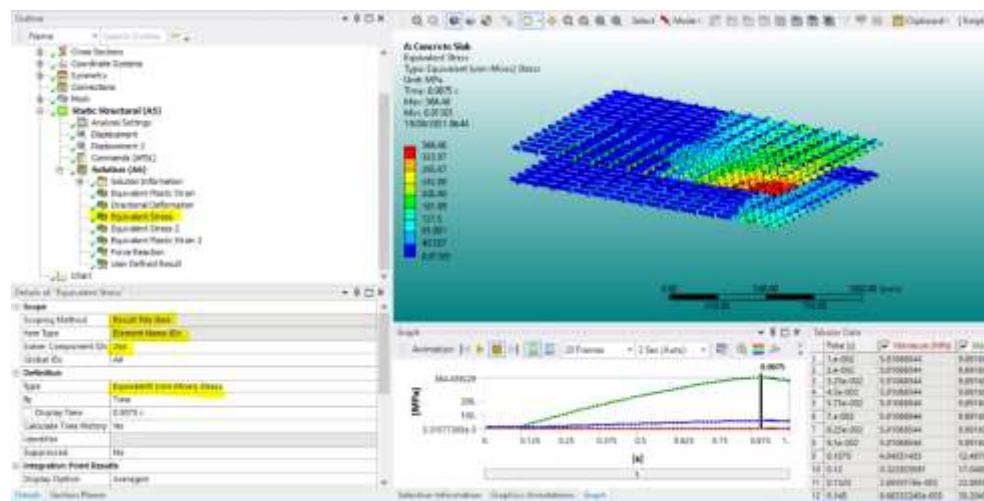


Figura 12. Exemplo tela do software Ansys.

Em relação as estruturas de concreto armado (extravasor de cheias, canal de descarga, câmaras de dissipaçāo, muros da bacia de dissipaçāo, parede da câmara de manobra) inspecionadas e descritas no Relatório Regular de Segurança em maio de 2023 (Figura 13), estão contempladas suas vistorias com o uso de VANTs, uso de tecnologia LIDAR, análise de manifestações patológicas por esclerometria, mediante coleta de amostras (CP – corpos de prova), e ensaios laboratoriais como de fenoltaleína (carbonatação) e outros ajustados conforme necessidade.



Figura 13. Estruturas de concreto da barragem do lago Municipal de Cascavel. (Fonte: PSB da barragem).

Para a realização de ensaios de Resistência à compressão seguirá a NBR 5739 (Figura 14), e Módulo de elasticidade dinâmico a NBR 8522.



Figura 14. Ensaios usados para mensurar a resistência à compressão e o módulo de elasticidade dos testemunhos extraídos de uma edificação objeto de inspeção.

A análise de Esclerometria seguirá a NBR 7584, que permite a estimativa da resistência à compressão do concreto de diversas regiões a partir da correlação com a resistência de testemunhos extraídos (Figura 15).



Figura 15. Equipamento usado para avaliar Esclerometria.

A profundidade de carbonatação será determinada realizando-se em campo uma quebra de uma parte de um elemento de concreto, limpeza do pó gerado e aspersão de uma solução de fenolftaleína. A parte de concreto com pH elevado adquire vermelho carmim e o concreto carbonatado não muda de coloração. A distância da superfície até a mudança de cor é a espessura de carbonatação (Figura 16). Este tipo de leitura pode ser usado para o diagnóstico e para o prognóstico.



Figura 16. Técnica para avaliar a profundidade de carbonatação.

Também será usado o software PLAXIS (Figura 17). Esse é um software especializado em análise geotécnica por elementos finitos, desenvolvido para simular o comportamento de solos e rochas. Na modelagem de barragens de terra, serve para avaliar a estabilidade do maciço, analisar deformações, recalques, pressões de poros, percolação e fatores de segurança, permitindo prever o desempenho da estrutura em diferentes condições de carregamento, operação e eventos extremos.

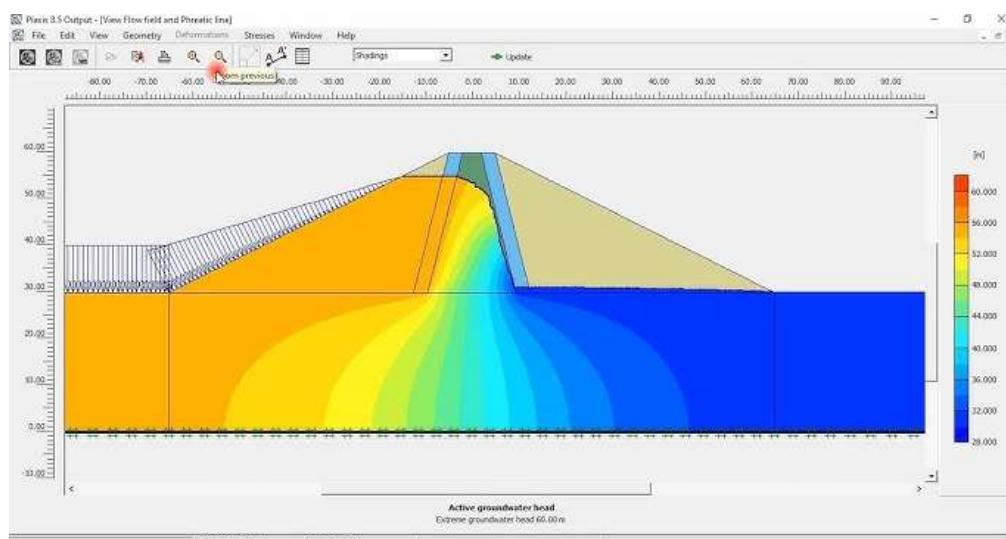


Figura 17. Exemplo tela do software Plaxis.

#### Etapa 4 – Atualização hidrológica:

Por fim na quarta etapa serão realizadas a atualização das séries e estudos hidrológicos a qual constitui etapa essencial para a segurança de barragens, pois permite incorporar dados recentes de precipitação, vazão e eventos extremos, reduzindo incertezas nos modelos de previsão e no dimensionamento das estruturas de drenagem e vertedouros. Esses estudos possibilitam a reavaliação das cheias de projeto, a identificação de possíveis alterações no regime hidrológico decorrentes de mudanças climáticas ou de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica, bem como

a calibração de curvas-chave e a atualização de parâmetros hidrodinâmicos. Dessa forma, assegura-se que os planos de segurança da barragem estejam baseados em informações consistentes e atuais, garantindo maior confiabilidade no monitoramento, na operação e na tomada de decisões relacionadas à mitigação de riscos.

Para a atualização das séries históricas e estudos hidrológicos, serão demandados os resultados do atual levantamento planialtimétrico e batimétrico, para entendimento sobre o volume do lago, assoreamento, vazão do corpo d'água, dados pluviométricos de Cascavel. Serão consultados dados externos como o portal de dados hidrológicos do Brasil – Hidroweb e aplicados no software StreamFlow ou o Hydrology Plus.

Com base nesses dados e nos resultados, a Análise de Estabilidade da Barragem será construída com reavaliação da categoria de risco da barragem, recomendações de melhorias para reforço da segurança.

#### **1.4. Plano de Instrumentação e Monitoramento da Barragem (PIMB)**

O Plano de Monitoramento de Barragens tem por objetivo prever a instrumentação e acompanhamento de uma estrutura de contenção de forma a disponibilizar dados quantitativos de seu estado. Dentre as ações propostas no plano para atingir o objetivo principal é possível destacar:

- Especificação de instrumentos para acompanhamento do nível freático e deslocamentos superficiais da barragem;
- Projeto delimitando local de instalação e de acompanhamento dos instrumentos;
- Capacitação de equipe técnica para fazer a leitura e acompanhamento do monitoramento instalado;

Elaboração do projeto do Plano de monitoramento: a elaboração do projeto plano de monitoramento e instrumentação da Barragem do Lago Municipal de Cascavel (Complexo do Parque Paulo Gorski em Cascavel – PR), terá como base os

projetos originais, especificando instrumentos e metodologias de monitoramento, bem como suas posições e características de instalação.

O Plano de Monitoramento e Instrumentação definirá as grandezas a serem monitoradas e os instrumentos a serem instalados, contendo as especificações técnicas, memorial descritivo, desenhos de planta, vistas e seções transversais, bem com localização exata de cada instrumento e detalhes de instalação.

#### Treinamento e capacitação técnica

Será elaborado material para a realização de treinamento e capacitação de equipe técnica para acompanhamento do monitoramento da instrumentação da Barragem. É prevista a duração total de oito horas, divididas em dois turnos, para uma turma de até oito integrantes.

### **1.5 Estudos e Elaboração do Plano de Ação Emergencial da Barragem (PAE)**

O Plano de Ação de Emergência para Barragens tem por objetivo prever medidas com vistas a minimizar o risco de perdas de vidas humanas e da biodiversidade, minimizar o risco de impactos ambientais e ao patrimônio sociocultural. Dentre as ações propostas no plano para atingir o objetivo principal é possível destacar:

- Identificação e classificação de situações que possam pôr em risco a integridade da barragem;
- Definição de ações preventivas e corretivas para assegurar a segurança da barragem;
- Fluxo de comunicação com os diversos agentes envolvidos;
- Meios de alertar e orientar a população possivelmente atingida pela mancha de inundação;
- Definição das responsabilidades das pessoas envolvidas;
- Definição dos recursos disponíveis para uso em situações de emergência;

#### Identificação e Contatos do PAE

A estrutura organizacional inclui as pessoas que estão envolvidas, tanto na prefeitura municipal de Cascavel quanto da que irá realizar atendimento de resposta à emergência. Dessa forma, nessa etapa são definidos os contatos de emergência, inserindo quem são as autoridades responsáveis em todo o processo. Importante destacar que o banco de dados que possui estas informações deve sempre estar atualizado, para que a equipe de emergência esteja alinhada a todos os processos.

Para a identificação desses contatos, será necessário o levantamento in loco dessas pessoas, informação sobre a importância e seriedade dessa nomeação para contato de emergência.

#### Descrição das Estruturas

A descrição das estruturas deverá conter o mapa de localização da área de abrangência do PAE, descrição de acesso a essas estruturas, memorial construtivo da Barragem, etc.

#### Descrição dos Procedimentos Preventivos e Corretivos

Os procedimentos preventivos têm como finalidade garantir a integridade da estrutura e a manutenção do nível aceitável da sua condição de segurança, de modo a evitar situações que coloquem em risco as estruturas e as áreas a jusante.

Dentre os procedimentos preventivos deverá ser avaliado os seguintes itens:

- Inspeções de segurança regulares
- Monitoramento
- Manutenção periódica
- Acompanhamento periódico por profissional qualificado

Ressalta-se que o presente projeto busca levantar dados e realizar estudos para avaliar e sugerir melhorias nos procedimentos preventivos implementados pela Prefeitura Municipal de Cascavel. Os procedimentos corretivos devem ser executados caso ocorram problemas de desempenho que possam afetar a segurança da

barragem, ou seja, quando detectada alguma anomalia que caracterize uma situação de emergência.

**Detecção, Avaliação e Classificação das Situações de Alerta e/ou Emergência e, Níveis 1, 2 ou 3**

Nessa etapa deverá ser realizado um fluxograma de detecção de situação de alerta e emergência, causas e evidências associadas aos modos de falha possíveis de ocorrer na barragem (erosão, galgamento, instabilização), definição dos critérios para auxiliar a classificação de Nível de Alerta, descrição dos sistemas de sirenes e etc.

Além da classificação do Nível de Alerta e descrição dos sistemas de sirenes, também serão apresentados os locais de implementação das sirenes, para que possam abranger toda a área que porventura venha a ser impactada em caso de rompimento da barragem.

Os fluxogramas de notificação e ações de resposta descrevem os processos que envolvem a comunicação estabelecida entre os agentes internos da Prefeitura de Cascavel e as autoridades no ambiente externo, representadas pelos organismos da Defesa Civil Municipal e demais autoridades públicas competentes, além das ações de resposta à emergência.

Os fluxogramas devem ser desenvolvidos especificamente para o Nível de Alerta e para cada Nível de Emergência, tendo como objetivo demonstrar o processo de tomada de decisão numa situação de alerta ou emergência, de modo a contribuir para minimizar os possíveis danos e agilizar as ações de resposta.

#### Síntese do Estudo de Inundação

Será realizado o estudo de ruptura hipotética (Dam Break) da barragem, com o objetivo de estimar a envoltória de inundação potencial associada à ruptura, para duas condições hidrológicas distintas (Fair Weather e Rainy Day). Ressalta-se que é de suma importância considerar a atualização do PAE, sempre que o estudo de

ruptura hipotética passar por uma revisão ou novo estudo, pois as mudanças nos resultados podem ser significativas e, consequentemente, impactar o plano de ação emergencial.

Para a realização do estudo de inundação, prevê-se a realização do levantamento batimétrico do reservatório e adjacências descritos em sessões anteriores.

O levantamento batimétrico consiste em utilizar de um ecobatímetro acoplado a um barco e a um sistema de posicionamento GNSS para a obtenção de coordenadas geográficas (x, y) e da profundidade (z) em cada ponto amostrado.

O levantamento batimétrico do lago de Cascavel visa subsidiar estudos de engenharia para a avaliação das condições atuais e o planejamento da barragem, contemplando a determinação da morfologia subaquática, cálculo do volume de água armazenada e identificação de áreas críticas de assoreamento.

#### Informações Geológicas e Geotécnicas do Material

Para uma caracterização acurada do escoamento proveniente da ruptura hipotética de barragens, é aconselhável o uso de informações acerca dos materiais depositados em seus reservatórios, dentre elas, o teor de sólidos, a massa específica dos sólidos, a porosidade, a permeabilidade, a granulometria e a resistência.

Todas as informações geológicas e geotécnicas do material serão provenientes do estudo e análise de estabilidade da barragem (descritos em sessão anterior), em elaboração, e servirão de fonte de dados para complementação das informações de base na elaboração do plano de ação emergencial da barragem.

#### Trânsito de Cheias no Reservatório e Mapeamento da Onda de Ruptura

Os estudos hidrológicos têm como objetivo avaliar a segurança das estruturas extravasoras em cenários de cheias extremas, bem como auxiliar na definição dos modos de falha analisados e condições do reservatório no instante da ruptura.

O estudo de trânsito de cheias deverá ser simulado a partir dos parâmetros físicos e hidrológicos da bacia de contribuição, da precipitação, da curva cota-volume do reservatório e da capacidade de descarga do sistema extravasor.

O mapeamento das áreas potencialmente inundáveis corresponde à identificação das estruturas de interesse socioeconômico inseridas ao longo do vale a jusante e contidas na mancha de ruptura do cenário de ruptura com maior dano potencial, até o seu critério de parada. Dessa forma, será obtido um mapa de mancha de inundação conservador para nortear as ações emergenciais.

A mancha de inundação será simulada através da modelagem de fluxo de água superficial, utilizando-se o software GSFlow (Regan; Niswonger, 2021).

Um dos instrumentos usados na gestão dos recursos hídricos, especialmente para entender o comportamento hidrológico das bacias hidrográficas são os modelos de simulação matemática, com aplicações como: gestão de cheias e secas; avaliação de impactos ambientais; gerenciamento da qualidade de água e monitoramento de reservatórios (Ricci e Medeiros, 2012). A aplicação de modelagem matemática de fluxo de água superficial, objetiva simular a dinâmica das inundações e ajudar a identificar áreas que poderão ser afetadas, caso ocorra o rompimento da barragem, melhorando assim o planejamento e implementação de medidas de controle.

Estudos hidrológicos do lago municipal de Cascavel: dados de vazão, medições limimétricas, linha freática, volume, sistemas de vertimentos

A barragem do lago municipal de Cascavel constitui um elemento crítico de infraestrutura urbana, com funções paisagísticas, recreativas e de atenuação de cheias. O estudo hidrológico tem por objetivos:

1. caracterizar a bacia de contribuição e o regime de chuvas;
2. estimar vazões da drenagem para diferentes tempos de retorno (TR), como em época de cheia e de estiagem;
3. avaliar a capacidade do sistema extravasor e o comportamento do reservatório em cenários de cheias;
4. subsidiar estudos de trânsito de cheias e, quando aplicável, de ruptura hipotética (Dam Break);

5. prover insumos para zonas de autossalvamento (ZAS), zonas de segurança secundária (ZSS), fluxos de comunicação e o Plano de Ação de Emergência (PAE).

Para subsidiar as avaliações serão realizadas medidas de vazão ao longo do curso do rio a montante e a jusante da barragem para subsidiar os estudos e avaliar os impactos das precipitações pluviométricas nos aumentos de volume e cheias. O estudo das vazões servirá para avaliar os possíveis riscos que elevadas vazões possam incorrer na estabilidade da barragem e volumes que venham a ocupar nas Zonas ZAS e ZSS a serem descritos no PAE.

A velocidade das seções será avaliada utilizando-se do equipamento o FlowTracker®, um medidor de vazão ADV (Acoustic Doppler Velocimeter), que mede velocidades em duas ou três dimensões em um ponto a 10 cm do transmissor acústico (FLOWTRACKER, 2009). Para a realização das medições, será usada uma corda com demarcações métricas e submétricas estaqueada nas margens, perpendicular ao fluxo e próxima ao nível da água. As seções serão cuidadosamente determinadas, limitando interferências de vegetação, fragmentos rochosos e elementos estruturais, com o intuito de aferir precisamente a vazão.

Os dados de precipitações pluviométricas serão obtidos de série de dados da estação meteorológica de Cascavel.

A profundidade no lago municipal de Cascavel será determinada através do levantamento batimétrico a ser realizado concomitantemente a realização desse estudo. Assim, a caracterização integrada da velocidade da água, da vazão, do perfil do canal acima e abaixo da barragem e dos processos erosivos constitui um eixo analítico indispensável à compreensão da dinâmica hidrogeomorfológica.

Para o processamento serão realizadas a importação dos dados para software específico (Fugawi, Hypack ou similar), exportação em formato compatível (ASCII, shapefile), interpolação dos dados em SIG – Sistema de Informação Geográfica - utilizando método adequado para geração de Modelo Digital de Profundidade (MDP)

e obtenção de estatísticas para estimar o erro do modelo de profundidade do lago (RMS – erro médio quadrático).

**Linimetria do lago municipal de Cascavel:**

Serão usadas réguas/telemetria com registro em tempo quase real; definição de limiares de alerta e emergência (integração com o PAE); checagens de redundância e backup.

**Linha freática no maciço da barragem**

Será utilizado a piezometria (se existente) com leituras periódicas e análise de tendência; se ausente/insuficiente, proposição de instalação de piezômetros em perfis críticos (montante, jusante e ombreiras).

**Vazões no corpo hídrico (montante e jusante)**

Serão realizadas campanhas com molinete/velocímetro ou método equivalente e estabelecidas correlações com os níveis do reservatório e condições do extravasor, verificação de descargas permanentes e perdas.

A partir da obtenção desses dados serão possíveis estabelecer:

- I. Vazões de projeto (pico, volume e hidrogramas) para múltiplos Tempos de Retorno;
- II. Curva cota-volume validada e níveis máximos no reservatório por cenário;
- III. Diagnóstico do extravasor: suficiência/insuficiência, margens de segurança e eventuais intervenções necessárias (aumento de soleira útil, dissipação de energia, grades e proteção contra detritos);
- IV. Mapas de inundação a jusante (trânsito de cheias e/ou dam break), indicando ZAS e ZSS;
- V. Parâmetros operacionais: gatilhos de alerta por nível d'água, chuva acumulada, vazão afluente e taxa de subida;
- VI. Subsídios ao PAE: rotas de evacuação, pontos de abrigo, fluxos de comunicação, pontos para sirenes e estratégias de comunicação de risco.
- VII. Sumário executivo ao tomador de decisão e insumos para o PAE (ZAS/ZSS, fluxos, pontos de siren).

### Responsabilidades Durante a Emergência

Durante uma emergência os colaboradores possuem responsabilidades importantes vinculadas às suas respectivas competências, que em geral envolvem a detecção, avaliação e classificação da emergência, bem como a notificação e emissão de alertas de evacuação às populações potencialmente afetadas a jusante da barragem. Além disso, há o suporte de autoridades e órgãos públicos nas notificações e nas ações para reduzir o impacto na área de influência.

A Seção 2 do Plano de Ação de Emergência para Barragens tem o objetivo de fornecer informações para elaboração das Ações de Proteção e Defesa Civil, visando salvaguarda das comunidades potencialmente impactadas pelo cenário de ruptura hipotética da Barragem localizada no lago municipal de Cascavel.

### Dados Básicos Sobre a Barragem

Os dados básicos da barragem, como por exemplo, metodologia construtiva, volume atual do reservatório, estabilidade da barragem e instrumentos de monitoramento da barragem estarão contemplados nos estudos e análise de estabilidade da barragem, estudo e revisão do plano de segurança da barragem (RPSB) e plano de instrumentação e monitoramento da barragem (PIMB) em desenvolvimento concomitante a elaboração do plano de ação emergencial (PAE).

Toda a área potencialmente comprometida durante uma situação de emergência deverá ser classificada entre zona de autossalvamento (ZAS) ou zona de segurança secundária (ZSS), sendo essas diferenciadas pelo tempo ou distância em que deverão ser feitas as ações de notificação de responsabilidade do empreendedor ou das autoridades públicas competentes.

De acordo com o Artigo 2º, inciso IX da Lei Federal nº 12.334/10, atualizada pela Lei Federal nº 14.066/20 e pela Resolução Normativa 1.064/2023 da ANEEL, a ZAS é definida como: Trecho do vale a jusante da barragem em que não haja tempo

suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência, conforme mapa de inundação;

A respeito da definição da extensão da ZAS, o Artigo 13 da Resolução 1.064/2023 traz a seguinte informação:

§ 4º A ZAS deve ser definida em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil, contemplando no mínimo a distância que corresponde ao tempo de chegada da onda de inundação no decorrer de trinta minutos ou dez quilômetros.

Na Seção 2, serão elaborados mapas com as Zonas de Autossalvamento (ZAS) definidas, protocolos de ação, plano de evacuação e plano de comunicação de risco voltado às comunidades inseridas na mancha de inundação da barragem.

### Seção 3

A Seção 3 do Plano de Ação de Emergência para Barragens, tem o objetivo de elaborar as ações de proteção e mitigação dos impactos ambientais tais como resgate de fauna e flora e diagnóstico de abastecimento de água em atendimento as exigências dos órgãos ambientais.

O levantamento da fauna e flora em um Plano de Ação de Emergência (PAE) de barragem é essencial para garantir a proteção ambiental e a segurança das comunidades afetadas. Esse estudo permite identificar espécies nativas, endêmicas ou ameaçadas que habitam a área de influência da barragem, possibilitando a elaboração de estratégias de mitigação de impactos em caso de acidentes ou rompimentos. A necessidade torna-se ainda mais crítica quando o PAE abrange parte de uma Unidade de Conservação, pois essas áreas possuem elevado valor ecológico e legalmente protegido, exigindo cuidados adicionais para preservar sua integridade. O conhecimento detalhado da biodiversidade local é fundamental para orientar ações emergenciais que respeitem os objetivos de conservação, evitando danos irreversíveis aos ecossistemas e garantindo a conformidade com a legislação ambiental vigente.

### Caracterização do Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal na Área

Para esse item será realizada a caracterização do território, incluindo a caracterização de linha de base quanto à fauna silvestre e aos serviços ecossistêmicos associados. Ainda nesse item, será realizado o Levantamento/inventário da Flora, para um detalhamento da análise do uso do solo na área de estudo.

Inicialmente serão realizados os voos de drone para a caracterização dos usos do solo na área de estudo (Figura 18), cálculo dos vetores e em seguida os levantamentos dos componentes em loco conforme descritos a seguir:



Figura 18. Área de estudo para levantamento aerofotogramétrico da área de estudo referente a barragem do Lago Municipal de Cascavel - PR.

## Levantamento de espécies da fauna silvestre

Para a obtenção de dados primários, serão estabelecidos pelo menos 3 pontos amostrais para fauna terrestre e 3 para fauna aquática. A definição final do número representativo de pontos amostrais para cada grupo faunístico será baseada na área calculada da mancha de inundação simulada nas demais seções.

Em todas as áreas amostrais serão definidos pontos para amostragem da Ictiofauna, Hepetofauna e Mastofauna e Melissofauna. A execução das campanhas de campo para coleta de dados será considerada até um mínimo de seis dias de amostragem e demais diretrizes conforme a portaria vigente do Instituto Água e Terra (IAT) que rege sobre número mínimo amostral e metodologias para fauna (Portaria IAT Nº 12, de 10 de janeiro de 2024). Essa portaria estabelece diretrizes para estudos de fauna no Estado do Paraná.

### Ictiofauna

Para inventário da ictiofauna, serão estabelecidos no mínimo 3 pontos ao longo do trajeto da mancha de inundação no trecho a jusante da barragem. Serão realizadas coletas com redes de espera de diferentes malhagens (2,5 a 12 cm entre nós) nos pontos onde a profundidade for superior a um metro. Para os trechos a jusante da BR 277, será usada a técnica de pesca elétrica. A metodologia consiste em aplicar impulsos elétricos na água, com o auxílio de um gerador portátil de corrente elétrica e um transformador modulador da descarga (220V, 50-60Hz, 3,4-4,1A, 100W) ligado a dois eletrodos por um cabo flexível com 60 metros de extensão. Os eletrodos consistem em dois puçás circulares com armação de alumínio e um saco de rede com malhas de 1,5mm. Serão realizadas duas passadas sucessivas dos puçás no sentido jusante-montante com duração aproximada de 30-40 minutos cada, compreendendo um trecho total de 60m.

Em cada ponto amostral serão aferidas as variáveis físicas e químicas da água, temperatura (°C) do ar e água, pH, condutividade ( $\mu\text{S}$ ), oxigênio dissolvido (mg/L), saturação (%), sólidos totais (g/L) e turbidez (NTU) através da utilização da sonda multiparâmetros Horiba. As aferições seguirão os transectos pré-estabelecidos para a caracterização de habitat, sendo realizada uma aferição por transecto. Em relação as variáveis hidrológicas, serão aferidas a largura média do canal (m); profundidade média (margem esquerda, meio e margem direita) e velocidade superficial da água, aqui denominada de fluxo (m/s). Serão avaliadas visualmente as características dos trechos em relação ao sombreamento, vegetação dentro e nas margens do corpo hídrico, a presença de resíduos sólidos, plásticos e outros materiais de origem antrópica.

Além dos dados primários, serão elencados os estudos de ictiofauna já realizados na área em anos prévios no rio Cascavel na área de estudo atual e na bacia do rio Iguaçu (Baumgartner et al., 2012).

#### Herpetofauna

As amostragens da herpetofauna na área de estudo ocorrerão nos ambientes aquáticos e terrestres considerando a área afetada pela mancha de inundação, aplicando diferentes métodos de amostragem. Serão considerados trechos dos ambientes lóticos, lênticos e permanentes, conforme ocorrência em cada área. Em cada ponto amostral o trecho será visitado no mínimo seis vezes, sendo três vezes durante o dia e três vezes durante a noite. Cada visita terá duração entre 60 e 90 minutos, em que serão aplicados os métodos comumente utilizados em inventários de herpetofauna de curta duração, adaptados de Heyer et al. (1994) e Bernarde (2012), sendo eles: (i) procura visual, (ii) amostragem de girinos, (iii) procura de anfíbios em sítio de reprodução e encontros ocasionais.

A procura visual será feita utilizando o percurso de trilhas, ruas e estradas, visando amostrar a maior diversidade de microambientes possíveis, como em bromélias, debaixo de troncos caídos, pedras, entre raízes, buracos no chão, árvores,

todos os estratos da vegetação, cupinzeiros, ambientes aquáticos etc. Este método é utilizado para a procura principalmente de serpentes e lagartos, mas também podem ocorrer registros de alguns anfíbios. Essas buscas serão realizadas no período vespertino e noturno.

A amostragem de girinos será realizada utilizando um puçá redondo com 30 cm de diâmetro com malha de 3 mm. Em ambientes rasos será usado peneiras de diferentes tamanhos. As coletas serão realizadas nos diferentes corpos d'água existentes em cada área, visando cobrir a diversidade de ambientes possíveis dentro da possível mancha de inundação.

O método dos encontros ocasionais consiste nos registros obtidos ad libitum pelos pesquisadores e por outros profissionais das demais equipes durante suas atividades de campo ou deslocamento até o local. Os encontros ocasionais irão incluir todos os espécimes visualizados pelos pesquisadores em qualquer local e dia dentro da área dos parques.

#### Mastofauna

Para amostragem de mamíferos na área de estudo será adotado o protocolo normalmente empregado em inventários (Brocardo et al., 2012; 2019), com a divisão em grupos que demandam diferentes técnicas amostrais:

Mamíferos voadores (morcegos): Incluem mamíferos da Ordem Chiroptera. Para esse grupo serão usados gravadores de ultrassom e programas de análises acústicas e a disponibilidade de novas bibliotecas de ultrassom para identificação de espécies e/ou famílias. Também, se necessário, será utilizado o método de redes-de-neblina, que serão instaladas em trilhas e bordas de matas, sendo abertas no início da noite e fechadas após 6 horas de esforço, com revisões a cada 20 min (Bianconi et al., 2004). Os morcegos capturados serão contidos em sacos de contenção, e após identificação, reconhecimento do sexo e estádio reprodutivo serão liberados no mesmo local.

Mamíferos de pequeno porte não voadores (< 1 kg): Incluem mamíferos das famílias Cricetidae, Echimyidae e Didelphidae (< 1 kg), onde amostragem será feita com armadilhas tipo Sherman e tomahawk, as quais permitem a captura dos animais sem causar danos e resultam em bons inventários de pequenos mamíferos (Brocardo et al., 2012). Armadilhas serão instaladas no interior de áreas de mata no solo e acima do solo sob galhos e troncos. As armadilhas serão iscadas com porções de proteína animal ou frutas. As revisões ocorrerão no período da manhã, havendo necessidade (por captura ou consumo por formigas), as iscas serão trocadas ou repostadas. Os animais capturados serão liberados nos mesmos locais de captura, após identificação e reconhecimento do sexo.

Mamíferos de médio e grande porte (> 1 kg): Demais espécies de mamíferos que incluem as ordens Didelphimorphia, Carnivora, Primates, Artiodactyla, Perissodactyla, Lagomorpha, Rodentia, Cingulata e Pilosa, onde se utilizarão três técnicas complementares: o armadilhamento fotográfico, a visualização direta e o registro de vestígios (Brocardo et al., 2012; 2019). As armadilhas fotográficas serão instaladas em áreas de vegetação arbórea. O registro de vestígios (pegadas, fezes e tocas) bem como de visualizações ocasionais será feito com deslocamento em campo pela área de estudo (Brocardo et al., 2012; 2019).

#### Melissofauna

Como a área de ZAS do lago Municipal Paulo Gorski abrange áreas de vegetação nativa, APPs e parte da unidade de conservação (Parque Municipal Paulo Gorski), o levantamento da melissofauna é recomendado visando subsidiar o diagnóstico ambiental e identificar possíveis impactos ecológicos em caso de ruptura da barragem. Para a coleta de abelhas, serão utilizadas armadilhas coloridas confeccionadas com copos nas cores amarelo, vermelho e azul, que atraem uma ampla diversidade de espécies (Moericke 1951). Esses copos serão agrupados em trios de cores e fixados em hastes de madeira, posicionadas a uma altura de 1,5 metros do solo. As armadilhas serão preenchidas com álcool para fixação dos

espécimes. Buscando complementar a amostragem, será instalada uma armadilha Malaise (Malaise 1937) em cada ponto de coleta. Essas armadilhas interceptam o voo das abelhas e as conduzem para um frasco coletor, preenchido com álcool para fixação dos espécimes. Também será feita a busca ativa por colônias de abelhas na área de amostragem, utilizando transecto linear ou busca geral, visando demarcar as colônias e aumentar a amostragem. As armadilhas permanecerão em campo por 48h, sendo o material triado e identificado ao nível taxonômico possível. Serão realizados registros visuais e fotográficos das espécies.

#### Levantamento de espécies da fauna cativa / doméstica

A metodologia empregada consiste na caracterização da fauna cativa na área da ZAS e deriva do levantamento censitário a ser realizado no âmbito da presente proposta para elaboração do PAE. Esse levantamento se dará por meio de entrevista junto aos residentes da área coincidente com a mancha de inundação, caso a Prefeitura Municipal de Cascavel não disponha desses dados, com enfoque socioeconômico, que contemplará, dentre outros temas, o quantitativo de animais cativos de cada grupo taxonômico presentes nas propriedades.

#### Levantamento de Flora / Inventário de Flora

O levantamento florístico na área de mancha de inundação da barragem, inserida em Zona de Autossalvamento (ZAS), tem como objetivo identificar e caracterizar as espécies vegetais presentes, com foco naquelas de relevância ecológica, endêmicas, ameaçadas ou com potencial risco em caso de evento crítico. Essa análise visa subsidiar o diagnóstico ambiental da área potencialmente impactada por uma ruptura ou falha da estrutura, permitindo a elaboração de medidas de mitigação e recuperação ambiental, além de contribuir para o planejamento de ações de resposta no contexto do PAE. A identificação da vegetação também é essencial para avaliar possíveis barreiras naturais, rotas de evacuação e áreas sensíveis à dispersão de rejeitos ou sedimentos.

O Inventário de Flora abrangerá informações quantitativas e qualitativas sobre a flora e a estrutura da vegetação na área de interesse. O estudo será conduzido com obtenção de dados de campo considerados há, no máximo, 3 (três) anos da data do protocolo do Requerimento de Autorização de Exploração (UAS), em conformidade com a IN IAT nº 48/2025.

#### Delineamento amostral (Floresta Ombrófila Mista)

Parcelas permanentes: 30 retangulares de  $30 \times 20\text{ m}$  ( $600\text{ m}^2$ ), sendo 15 em mata ciliar (APP) e 15 fora da APP, todas georreferenciadas em SIRGAS 2000, com croquis conforme Termo de Referência do IAT. Unidade mínima  $\geq 200\text{ m}^2$  e inclusão de CAP  $\geq 15,0\text{ cm}$  (DAP  $\geq 5\text{ cm}$ ) conforme Portaria IAT nº 297/2023, consolidada pela IN IAT nº 48/2025.

Nas parcelas de  $30 \times 20\text{ m}$ , todos os indivíduos arbóreos vivos e mortos em pé com CAP  $\geq 15,0\text{ cm}$  (DAP  $\geq 5\text{ cm}$ ), registrados com nome científico e popular, CAP/DAP, altura total, altura de fuste, condição fitossanitária, área basal (g), volumetria, observações de campo e numeração. As planilhas serão estruturadas conforme modelo do Anexo IV da IN IAT nº 48/2025.

#### Análises fitossociológicas e diversidade

Número de indivíduos (N) por espécie. Densidade Absoluta (DA):  $DA_i = N_i / A$  (ind/ha). Densidade Relativa (DR):  $DR_i = 100 \times (DA_i / \sum DA)$ . Frequência Absoluta (FA): parcelas em que a espécie ocorre / total de parcelas. Frequência Relativa (FR):  $FR_i = 100 \times (FA_i / \sum FA)$ . Dominância Absoluta (DoA):  $DoA_i = \sum G_i$  ( $\text{m}^2/\text{ha}$ ), com  $G = \sum (\pi \cdot DAP^2 / 4)$ . Dominância Relativa (DoR):  $DoR_i = 100 \times (DoA_i / \sum DoA)$ . Índice de Valor de Importância (IVI):  $IVI_i = DR_i + FR_i + DoR_i$ . Índice de Valor de Cobertura (IVC):  $IVC_i = DR_i + DoR_i$ . Diversidade (Shannon–Wiener):  $H' = -\sum (p_i \ln p_i)$ , em que  $p_i$  é a proporção da espécie  $i$ .

Serão construídas tabelas consolidadas com florística, regeneração, fitossociologia, diversidade e volumetria. Enquadramento sucessional conforme

Resolução CONAMA nº 002/1994. Destaque para espécies ameaçadas listadas em Portaria MMA nº 148/2022 e na lista estadual.

#### Descrição das ações e procedimentos conforme situação de emergência

No Plano de Ações Emergenciais, serão elaboradas as ações detalhadamente, para que, caso venha a ocorrer o rompimento da barragem, deverão ser aplicadas para a evacuação de animais e plantas da área da mancha de inundação, contemplarão os procedimentos de resgate de animais de grande porte, aquáticos, domésticos, silvestres, insetos etc.

Ainda deverá ser contemplado nesse item, as informações sobre o acolhimento dos animais resgatados, bem como as estruturas das frentes de atuação em caso de rompimento da barragem, com os equipamentos e suprimentos necessários para atendimento à fauna e flora, em caso de rompimento da barragem.

#### Fluxos de comunicação

Para o adequado acionamento das ações previstas no PAE a ser elaborado, é fundamental que seja conhecido por todos os envolvidos, todos os processos de comunicação necessários, desde a verificação da emergência, até a mobilização do coordenador para início das atividades previstas. Paralelamente, é necessário que sejam esclarecidas as responsabilidades de cada setor ou profissional no planejamento, execução, ou validação das ações executadas.

Deste modo, será elaborado o fluxo de comunicação para a fauna e flora em formato de matriz de responsabilidade.

#### Abastecimento de água para consumo humano e abastecimento público

O Plano de Ações Emergenciais proposto será elaborado incluindo alternativas emergenciais para os sistemas públicos de abastecimento, para captações afetadas e para os consumidores privados do município localizado dentro da área da mancha de inundação, caso ocorra o rompimento da barragem. Também deverá estar contido

no PAE, alternativas emergenciais de médio e longo prazo para os sistemas públicos de abastecimento de água com captação dentro da área de estudo.

Ressalta-se que para a elaboração das alternativas emergenciais, será considerada a área da mancha de inundação, bem como a situação atual de abastecimento para as comunidades inseridas nessa área.

#### Seção 4

A Seção 4 do Plano de Ação de Emergência para Barragens, tem o objetivo de identificar e mapear o patrimônio cultural em interface com a mancha hipotética de inundação. Com a finalidade de atender ao objetivo acima proposto, os seguintes levantamentos serão realizados:

- I. Mapeamento de bens culturais
- II. Critérios de identificação e mapeamento
- III. Representação cartográfica e georreferenciada.
- IV. Fluxo de comunicação e responsabilidade em situação de emergência.

Adicionalmente serão elaboradas cartilhas para as comunidades inseridas na área da mancha de inundação, contemplando em linguagem de fácil entendimento, o que deverá ser feito em caso do rompimento da barragem.

## 2. Barragem do Parque Tarquínio

### 2.1. Avaliação e Descrição da Barragem

Para a descrição da barragem será realizada inicialmente uma avaliação visual e compilação dos dados técnicos da barragem e resgate dos documentos e período de execução do projeto, com os dados construtivos: altura, comprimento, volume do reservatório, tipo de estrutura. Também serão realizadas as medições contendo

descrição das condições observadas da estrutura, vertedouro, taludes, com registro fotográfico e mapas georreferenciados.

O levantamento planialtimétrico será realizado para dimensionar o lago da barragem do Parque Tarquínio e extensões acima e abaixo, para posteriormente calcular o volume e o estabelecimento de zonas ZAS – Zona de Autossalvamento e ZSS – Zona de Salvamento Secundário (que estarão contidas no PAE).

Para avaliação atual será executado o levantamento aerofotogramétrico com drone para obtenção de ortofotos RGB (Red-Green-Blue) de alta resolução, Modelos Digitais de Superfície (MDS), Modelos Digitais de Terreno (MDT) e curvas de nível, garantindo precisão compatível com normas técnicas. O levantamento possibilitará subsídios para as descrições da estrutura da barragem e de suas áreas adjacentes, incluindo a possível área afetada pela inundação caso haja rompimento. O sensor LiDAR e a extração do Modelo Digital de Superfície (MDS) e o Modelo Digital do Terreno (MDT) têm como objetivo descrever de forma mais precisa o comportamento do terreno destas áreas. Conjuntamente, será realizado um ortomosaico com o processamento das imagens obtidas pelo sensor RGB, com a finalidade de representar a área de estudo de forma bidimensional para realizar a vetorização dos elementos de interesse necessários para o PSB e PAE, obtendo produtos para planejamento detalhado, análises visuais e uso e ocupação do solo. O VANT (Veículo Aéreo não Tripulado) utilizado para realização do aerolevantamento será o Matrice 300 RTK (Figura 6). Desenvolvido pela empresa chinesa Da-Jiang Innovations (DJI), o equipamento possui um sistema avançado de gerenciamento de energia com baterias duplas, que garantem o seu fornecimento e aumentam a segurança do voo. Sem carga e em condições meteorológicas ideais, o Matrice 300 RTK possui um tempo de voo de até 55 minutos, podendo variar de acordo com o ambiente. Um fator importante a ser considerado é a velocidade do vento, que não deve exceder 12m/s durante o aerolevantamento. As fotos obtidas pelo sensor RGB serão processadas no software de fotogrametria Pix4D Mapper, obtendo o ortomosaico de cada área para

posteriormente serem vetorizadas e manipuladas no QGIS, um software gratuito e uma ferramenta SIG (Sistema de Informação Geográfica).

## **2.2. Topografia e georreferenciamento da Barragem do Parque Tarquínio: Altimetria Crista e Jusante**

O objetivo é realizar o levantamento topográfico dos pontos de interesse localizados na barragem e ao longo da bacia hidrográfica, com o propósito de obter a diferença de cotas (desnível) entre esses pontos. Esses dados permitirão a definição de seções transversais da barragem para análises hidráulicas e estruturais.

Equipamentos Utilizados: o levantamento das coordenadas será executado com o uso de uma Estação Total modelo GD2i-8, cujas especificações técnicas são apresentadas a seguir:

- Alcance com prisma: até 5.000 metros;
- Alcance sem prisma: até 800 metros;
- Precisão com prisma:  $\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$ ;
- Precisão sem prisma:  $\pm (5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$ ;
- Tempo de medição (modo fino): 1,2 segundos;
- Tempo de medição (modo contínuo): 0,5 segundos;
- Precisão angular: 2 segundos de arco ( $2''$ );
- Ampliação do telescópio: 30x;
- Diâmetro da objetiva: 45 mm;
- Distância mínima de foco: 1,5 metros;
- Peso do equipamento: 5,4 kg.

O levantamento dos pontos georreferenciados será realizado utilizando o equipamento de posicionamento global de alta precisão Emlid Reach RS2. Este sistema opera com base em correções diferenciais (RTK – Real Time Kinematic) e é composto por dois módulos principais: a Base e o Rover. A unidade Base, responsável por captar os sinais GNSS (Global Navigation Satellite System), será fixada sobre um tripé em local aberto, de modo a garantir ampla visada do céu e, consequentemente, melhor recepção dos sinais dos satélites. A unidade Rover, que executa as medições dos pontos no campo, será acoplada a um bastão geodésico, permitindo seu

deslocamento até os locais de interesse para obtenção das coordenadas. Após a montagem e nivelamento da Base, inicia-se o processo de calibração e inicialização do sistema, que consiste na coleta de dados dos satélites visíveis por um período estimado de 120 minutos (ou superior, conforme necessidade) para garantir a acurácia da posição da Base. Com a Base devidamente inicializada, procede-se à configuração do sistema para operação em modo RTK, conectando a unidade Rover à Base via sinal sem fio. Todo o gerenciamento do sistema, incluindo configuração e coleta dos dados, é realizado por meio do aplicativo Emlid Flow, disponível para dispositivos móveis. A conexão entre o celular e o equipamento GPS ocorre via rede Wi-Fi local gerada pelo próprio dispositivo.

### **2.3. Estudos hidrológicos da barragem do Parque Tarquínio: dados de vazão, medições limimétricas, linha freática, volume, sistemas de vertimentos**

A barragem do Parque Tarquínio constitui um elemento crítico de infraestrutura urbana, com funções paisagísticas, recreativas e de atenuação de cheias. O estudo hidrológico tem por objetivo:

1. caracterizar a bacia de contribuição e o regime de chuvas;
2. estimar vazões da drenagem para diferentes tempos de retorno (TR), como em época de cheia e de estiagem;
3. avaliar a capacidade do sistema extravasor e o comportamento do reservatório em cenários de cheias;
4. subsidiar estudos de trânsito de cheias e, quando aplicável, de ruptura hipotética (Dam Break);
5. prover insumos para zonas de autossalvamento (ZAS), zonas de segurança secundária (ZSS), fluxos de comunicação e o Plano de Ação de Emergência (PAE).

Para subsidiar as avaliações serão realizadas medidas de vazão ao longo do curso do rio a montante e a jusante da barragem para subsidiar os estudos e avaliar os impactos das precipitações pluviométricas nos aumentos de volume e cheias. O estudo das vazões servirá para avaliar os possíveis riscos que elevadas vazões

possam incorrer na estabilidade da barragem e volumes que venham a ocupar nas Zonas ZAS e ZSS a serem descritos no PAE Simplificado.

A velocidade das seções será avaliada utilizando-se do equipamento o FlowTracker®, um medidor de vazão ADV (Acoustic Doppler Velocimeter), que mede velocidades em duas ou três dimensões em um ponto a 10 cm do transmissor acústico (FLOWTRACKER, 2009). Para a realização das medições, será usada uma corda com demarcações métricas e submétricas estaqueada nas margens, perpendicular ao fluxo e próxima ao nível da água. As seções serão cuidadosamente determinadas, limitando interferências de vegetação, fragmentos rochosos e elementos estruturais, com o intuito de aferir precisamente a vazão.

Os dados de precipitações pluviométricas serão obtidos de série de dados da estação meteorológica de Cascavel.

A profundidade no lago do Parque Tarquínio será determinada por sondagens em várias verticais distribuídas ao longo da seção transversal, cujos espaçamentos variarão conforme a largura do canal dos vários canais que se encontram atualmente em função do assoreamento conforme a Figura 19.

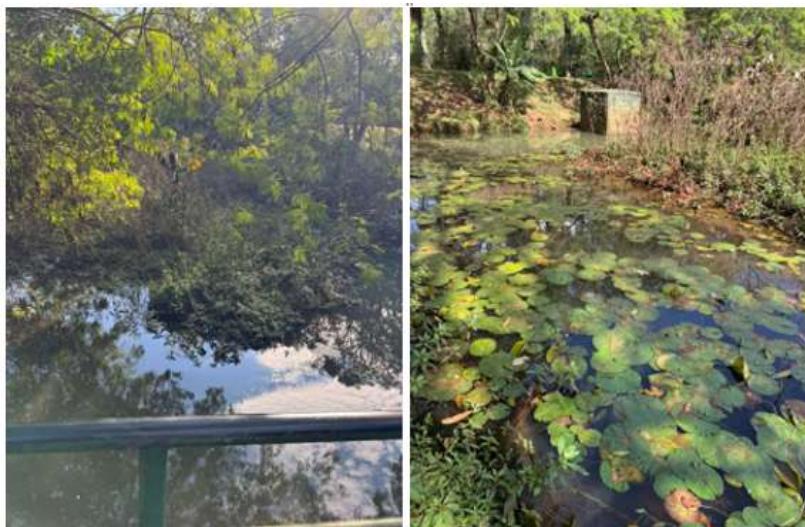


Figura 19. Visão do lago na barragem do Parque Tarquínio, Cascavel/PR.

Em função das dimensões do lago da barragem do Parque Tarquínio, da área alagada, do assoreamento e da profundidade, não será possível operar uma embarcação e navegação. Assim, a parte expressiva dos pontos de cada vertical será mensurada utilizando o equipamento de posicionamento global de alta precisão, caminhando nas partes mais rasas ou com bote inflável. O GPS será o modelo Emlid Reach RS2. Este sistema opera com base em correções diferenciais (RTK – Real Time Kinematic) e é composto por dois módulos principais: a Base e o Rovere. A medição da profundidade será usada para gerar a grade regular para posterior interpolação e obtenção do modelo digital de profundidade.

Assim, a caracterização integrada da velocidade da água, da vazão, do perfil do canal acima e abaixo da barragem dos processos erosivos constitui um eixo analítico indispensável à compreensão da dinâmica hidrogeomorfológica.

#### Metodologia Hidrológica

Modelagem chuva-vazão. Para bacias urbanas de pequena a média escala, será empregada:

- SCS-CN, sendo SCS - Soil Conservation Service e CN – Curve Number, para escoamento direto, com CN calibrado por uso do solo;
- Hidrograma unitário do SCS ou método do Triangular Modificado para transformação chuva→vazão;
- Alternativamente, modelo conceitual/semi-distribuído (p.ex., softwares HEC-HMS ou GSFLOW) quando houver necessidade de representar melhor a resposta de sub-bacias, solos e rede de drenagem.

Vazões de pico e hidrogramas: A partir das chuvas de projeto, obtêm-se hidrogramas de afluência ao reservatório, com atenção a tempos de concentração e composição de sub-bacias (urbanizadas x vegetadas).

Com os dados obtidos serão possíveis os seguintes resultados:

- I. Vazões de projeto (pico, volume e hidrogramas) para múltiplos Tempos de Retorno;
- II. Curva cota-volume validada e níveis máximos no reservatório por cenário;
- III. Diagnóstico do extravasor: suficiência/insuficiência, margens de segurança e eventuais intervenções necessárias (aumento de soleira útil, dissipação de energia, grades e proteção contra detritos);
- IV. Mapas de inundação a jusante (trânsito de cheias e/ou dam break), indicando ZAS e ZSS;
- V. Parâmetros operacionais: gatilhos de alerta por nível d'água, chuva acumulada, vazão afluente e taxa de subida;
- VI. Subsídios ao PAE: rotas de evacuação, pontos de abrigo, fluxos de comunicação, pontos para sirenes e estratégias de comunicação de risco.

#### Caracterização das estruturas de concreto armado

Em relação as estruturas de concreto armado (extravasor de cheias, canal de descarga, câmaras de dissipação e muros da bacia de dissipação,) apresentadas na figura abaixo, estão contempladas suas vistorias com o uso de VANTs, uso de tecnologia LIDAR, análise de manifestações patológicas por esclerometria, mediante coleta de amostras (CP – corpos de prova), e ensaios laboratoriais como de fenoltaleína (carbonatação) e outros necessários.

#### **2.4 Plano de Ação Emergencial (PAE) simplificado, conforme classificação de risco e Dano Potencial Associado (DPA)**

A elaboração do PAE, Plano de Ação e Emergência será realizada por meio de trocas de informações com a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Cascavel, Defesa Civil, Comissão Interinstitucional de Acompanhamento do município de Cascavel (criada pelo Decreto Municipal nº 17.033/2022, nomeia a Comissão Interinstitucional de acompanhamento, monitoramento e avaliação do Plano Municipal de Segurança da Barragem e do Plano de Emergência do Lago Municipal de Cascavel - Paulo Gorski), Corpo de Bombeiros, demais setores e núcleos da defesa civil, Secretaria de Meio Ambiente de Cascavel, bem como os conselhos municipais

gestores, o CEPED Unioeste - Centro de Ensino, Pesquisa e Extensão em Proteção e Desastres.

O PAE será elaborado cumprindo os requisitos e as diretrizes do Caderno de Orientações para a Elaboração de Planos de Contingência de Barragens - SEDEC (<https://www.defesacivil.pr.gov.br/Pagina/Barragens-manuais-e-guias>), da Lei Federal nº 12.334/2010 e Lei nº 14.066/2020, do Plano Municipal de Contingência e das diretrizes do órgão ambiental fiscalizador (IAT - Portaria IAT nº 467/2023 que estabelece os critérios para elaboração e atualização do PAE, PSB e inspeções de segurança), e contará com apoio de técnicos especializados.

#### *2.4.1 Mapa de áreas potencialmente afetadas*

Nesse item serão realizados os levantamentos e mapeamento das estruturas da barragem, acessos e áreas de risco. Ainda nesse item, serão obtidos dados do levantamento planialtimétrico da área, contemplado em mapas georreferenciados. Com base nos resultados do levantamento planialtimétrico e demais dados da área, será simulada a mancha de inundação da área em casos de possível rompimento da barragem, inundações severas e etc.

Os dados básicos da barragem, como por exemplo, metodologia construtiva, volume atual do reservatório e estabilidade da barragem serão compilados no plano de segurança da barragem (PSB) em desenvolvimento concomitante a elaboração do plano de ação emergencial (PAE).

Os resultados do levantamento planialtimétrico a ser realizado no âmbito do plano de segurança da barragem (PSB), serão utilizados para a simulação da mancha de inundação, em caso de um possível rompimento da barragem ou inundações severas. O levantamento planialtimétrico será executado com o uso de uma Estação Total modelo GD2i-8, conforme descrito anteriormente e, com a utilização do equipamento de posicionamento global de alta precisão Emlid Reach RS2.

Os resultados dos estudos hidrológicos a serem realizados no âmbito do plano de segurança da barragem (PSB), serão utilizados para o mapeamento das áreas potencialmente inundáveis correspondentes à identificação das estruturas de interesse socioeconômico inseridas ao longo do vale a jusante e contidas na mancha de ruptura do cenário de ruptura com maior dano potencial, até o seu critério de parada. Dessa forma, será obtido um mapa de mancha de inundação conservador para nortear as ações emergenciais.

Deverá ser realizado o estudo de ruptura hipotética (Dam Break) da barragem, com o objetivo de estimar a envoltória de inundação potencial associada à ruptura, para duas condições hidrológicas distintas (Fair Weather e Rainy Day). Os resultados do estudo de ruptura hipotética, serão utilizados para a simulação da mancha de inundação.

A mancha de inundação será simulada através da modelagem de fluxo de água superficial, utilizando-se o software GSFlow (Regan & Niswonger, 2021).

#### *2.4.2 Procedimentos de alerta e evacuação*

O estabelecimento das Zonas ZAS e ZSS será feito após a realização dos levantamentos topográficos e as sessões de profundidade do lago do Parque Tarquínio, conforme descritos acima. Ressalta-se que toda a área potencialmente comprometida durante uma situação de emergência deverá ser classificada entre zona de autossalvamento (ZAS) ou zona de segurança secundária (ZSS), sendo essas diferenciadas pelo tempo ou distância em que deverão ser feitas as ações de notificação de responsabilidade do empreendedor ou das autoridades públicas competentes. De acordo com o Artigo 2º, inciso IX da Lei Federal nº 12.334/10, atualizada pela Lei Federal nº 14.066/20 e pela Resolução Normativa 1.064/2023 da ANEEL, a ZAS é definida como: trecho do vale a jusante da barragem em que não

haja tempo suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência, conforme mapa de inundação.

A respeito da definição da extensão da ZAS, o Artigo 13 da Resolução 1.064/2023 traz a seguinte informação:

§ 4º A ZAS deve ser definida em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil, contemplando no mínimo a distância que corresponde ao tempo de chegada da onda de inundação no decorrer de trinta minutos ou dez quilômetros.

Juntamente com a construção dos mapas com as Zonas de Autossalvamento (ZAS) definidas, serão elaborados os protocolos de ação, os fluxogramas de detecção de situação de alerta e emergência, causas e evidências associadas aos modos de falha possíveis de ocorrer na barragem (erosão, galgamento, instabilização), definição dos critérios para auxiliar a classificação de Nível de Alerta, descrição dos sistemas de sirenes e etc.

#### *2.4.3 Contatos de emergência e fluxo de comunicação com a comunidade*

Nessa etapa são compilados os contatos de emergência, inserindo quem são as autoridades responsáveis em todo o processo. Para a identificação desses contatos, será necessário o levantamento in loco dessas pessoas, informação sobre a importância e seriedade dessa nomeação para contato de emergência.

Para o adequado acionamento das ações previstas no PAE a ser elaborado, é fundamental que seja conhecido por todos os envolvidos, todos os processos de comunicação necessários, desde a verificação da emergência, até a mobilização do coordenador para início das atividades previstas. Paralelamente, é necessário que sejam esclarecidas as responsabilidades de cada setor ou profissional no planejamento, execução, ou validação das ações executadas.

#### 2.4.4 Treinamento dos gestores e stakeholders sobre o Plano de Ação Emergencial (PAE):

Nessa etapa serão elaborados e administrados treinamentos para as entidades envolvidas e comunidades, para uma total efetividade do PAE, é fundamental que todos tenham conhecimento das ações competentes e da localização das

#### **2.5. Inspeção de Segurança Regular (ISR) — com periodicidade definida pelo órgão fiscalizador**

A elaboração da ISR seguirá o "Guia de orientação e formulários para Inspeções de Segurança de barragem, Vol. II", do Manual do empreendedor sobre Segurança de barragem, da Agência Nacional de Águas (ANA). O conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do relatório de inspeção de segurança regular de barragens seguirão regulamento específico emitido pela ANA, o qual estará contemplado no PSB.

A barragem do Parque Tarquínio já consta no Mapa de barragens no Estado do Paraná constante no site do Instituto Água e Terra IAT (<https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Programa-de-Seguranca-de-Barragens>), conforme imagem abaixo. Assim, de acordo com a Categoria de Risco (CRI) Dano Potencial Associado (DPA), são exigidos elementos e itens na inspeção. No Paraná, o IAT também considera barragens menores, especialmente se localizadas em áreas urbanas ou com população próxima, como é o caso do Parque Tarquínio.

Os tipos de anomalias na barragem, que serão inspecionados:

- Fissuras (longitudinais/transversais), trincas e recalques localizados;
- Depressões e afundamentos (sinkhole);
- Instabilidade de taludes (deslizamentos, taludes moles, escorregamentos superficiais);
- Surgências (claras/turvas) e áreas com umidade persistente;
- Proteção deficiente de taludes e erosão superficial/sulcos/ravinas;
- Vegetação arbórea em maciço e ombreiras, raízes expostas;
- Tocas de animais;

- Obstruções/detritos em vertedouros, colmatação de drenos e danos a dissipadores/galerias.

Classificação e resposta às anomalias:

Toda anomalia será classificada quanto à severidade e criticidade (ex.: leve, moderada, grave), com nível de resposta e prazo:

- Imediata (até 24 h): risco iminente ou evolução rápida → isolar/mitigar e acionar órgão competente.
- Curto prazo ( $\leq$  30 dias): risco moderado → correção programada e novo acompanhamento.
- Médio prazo ( $\leq$  180 dias): risco baixo → manutenção/correção preventiva.

Plano de monitoramento associado à ISR:

Além da inspeção visual, será estruturado e executado o seguinte plano de monitoramento:

- a) Linimetria do Lago do Parque Tarquínio
  - Serão instaladas réguas/telemetria com registro em tempo quase real; definição de limiares de alerta e emergência (integração com o PAE); checagens de redundância e backup.
- b) Linha freática no maciço da barragem
  - Serão usados a Piezometria (se existente) com leituras periódicas e análise de tendência; se ausente/insuficiente, proposição de instalação de piezômetros em perfis críticos (montante, jusante e ombreiras).
- c) Vazões no corpo hídrico (montante e jusante)
  - Serão realizadas campanhas de campo com aferições com molinete/velocímetro ou método equivalente; correlação com níveis do reservatório e condições do extravasor; verificação de descargas permanentes e perdas.

d) Chuvas de apoio

- Serão obtidos dados de pluviômetro próximo (integração municipal/Defesa Civil) para acumulados 1 h / 24 h / 72 h e taxa de precipitação, subsidiando gatilhos operacionais.

e) Levantamento e orientação da população vulnerável

- Serão realizados o levantamento, cadastro e atualização de moradores/ocupações na ZAS/ZSS, identificação de pessoas com mobilidade reduzida e animais domésticos; rotas de evacuação e materiais de orientação (linguagem simples), integrando a comunicação do PAE.

f) Instalação de régua limimétrica

Integração Categoria de Risco (CRI) / Dano Potencial Associado (DPA) e gestão de risco:

Os resultados da ISR alimentarão a reavaliação da Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA), podendo elevar a frequência de inspeções/monitoramentos ou antecipar intervenções. Para estruturas em área urbana, o IAT pode determinar exigências adicionais de segurança, comunicação e simulados.

Os dados de todas as áreas serão compilados e usados em relatórios, bem como integrados em banco de dados que servirão de base para trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses e publicações científicas. Também serão integrados e divulgados para a comunidade local através de eventos, workshops, cartilhas e demais formas de comunicação, tais como mídias sociais.

## CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Atividades	Ano 1 (trimestral)	Ano 2 (trimestral)	Ano 3 (trimestral)	Ano 4 (trimestral)
------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisão e obtenção de dados secundários	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Amostragens em campo	x	x	x	x	x											
Análises em laboratório	x	x	x	x	x	x	x	x								
Tabulação dos dados	x	x	x	x	x	x	x	x								
Análise dos dados	x	x	x	x	x	x	x	x								
Elaboração de banco de dados	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elaboração de relatórios parciais	x	x	x	x	x	x										
Participação em eventos				x			x			x		x		x		x
Elaboração de artigos científicos				x			x			x		x		x		x
Relatório final																x

## RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se obter dados em campo, compilar informações, para o diagnóstico e prognóstico das barragens da cidade de cascavel, bem como da área de influência e possíveis manchas de inundação. Esses dados subsidiarão os gestores municipais no processo de segurança de barragens quanto ao atendimento aos dispositivos legais estabelecidos pelos órgãos ambientais. Ainda, a participação de forma integrada da Universidade através de seus cursos de graduação e pós-graduação no papel relevante e de grande interesse para ambos os atores. Ainda as parcerias de pesquisa entre as universidades com troca de metodologias, transferência de protocolos e desenvolvimento de novos protocolos de pesquisa na área de geotecnica e segurança de barragem são de importância fundamental para que a Unioeste alcance excelência em temas ambientais relevantes. Nesse contexto, essa proposta compreenderá um compêndio de informações obtidas por pesquisadores, com pesquisa em campo, que fornecerá bases empíricas para a tomada de decisões que subsidiarão os gestores no âmbito operacional. Esses dados poderão subsidiar diversas ações para promover sustentabilidade e segurança de barragens.

## 10. REFERÊNCIAS:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2012). NBR 7584: Inspeção de segurança em barragens. ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2021). NBR 8522: Concreto — Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão. ABNT.
- Baumgartner, G., Pavanelli, C. S., Baumgartner, D., Bifi, A. G., Debona, T., & Frana, V. A. (2012). *Peixes do baixo rio Iguaçu*. Eduem.
- Brasil. (2010). Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Diário Oficial da União.
- Brasil. Agência Nacional de Águas. (2012). Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012. Estabelece diretrizes para a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens. Diário Oficial da União.
- Brasil. Agência Nacional de Águas. (2017). Resolução nº 236, de 30 de janeiro de 2017. Estabelece diretrizes e procedimentos para a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens. Diário Oficial da União.
- Brasil. Agência Nacional de Mineração. (2017). Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017. Estabelece procedimentos para a segurança de barragens no âmbito da ANM. Diário Oficial da União.
- Brasil. (2020). Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Diário Oficial da União.
- Brasil. (2022). Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2022). Resolução nº 121, de 17 de março de 2022. Estabelece diretrizes e procedimentos para a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens. Diário Oficial da União.
- Bennert A. *Morfologia e estrutura de fluxo na formação de ambientes de confluência: estudo de caso dos rios Paraná e Piquiri*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geografia, Unioeste, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2018.
- Bennert, A., Hayakawa, E. H., Leli, I. T., & Stevaux, J. C. (2023). Morphology, flow structure, and sediment transport in the Paraná and Piquiri Rivers confluence, Brazil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 24(2).
- Bennert, A., Stevaux, J. C., da Silva Lima, G., Leli, I. T., & Hayakawa, E. H. (2025). Hydrosedimentary dynamics and morphological features of a rocky channel bend: Piquiri River, PR, Brazil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 26(2).
- Bernarde, P. S. (2012). *Anfíbios e répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira*. Anolis Books.

- Bianconi, G. V., Mikich, S. B., & Pedro, W. A. (2004). Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*, 21, 943-954.
- Brocardo, C. R., da Silva, M. X., Ferracioli, P., Cândido Jr, J. F., Bianconi, G. V., Moraes, M. F. D., ... & Crawshaw Jr, P. (2019). Mamíferos do Parque Nacional do Iguaçu. *Oecologia australis*, 23(2), 165-190.
- Brocardo, C. R., Rodarte, R., da Silveira Bueno, R., Culot, L., & Galetti, M. (2012). Mamíferos não voadores do Parque Estadual Carlos Botelho, continuum florestal do Paranapiacaba. *Biota Neotropica*, 12(4), 1-11.
- DJI. *DJI Terra*. [S. I.]: DJI, [s.d.]. Disponível em: <https://enterprise.dji.com/pt-br/dji-terra>. Acesso em: 30 set. 2025.
- DJI. *MATRICE 300 RTK: Manual do usuário*. Versão 3.2. [S. I.]: DJI, 2022. Disponível em: [https://dl.djicdn.com/downloads/matrice-300/20230404UM/M300\\_RTK\\_User\\_Manual\\_PTBR\\_v3.2%200404.pdf](https://dl.djicdn.com/downloads/matrice-300/20230404UM/M300_RTK_User_Manual_PTBR_v3.2%200404.pdf). Acesso em: 30 set. 2025.
- DJI. *Support for Zenmuse L1*. [S. I.]: DJI, [s.d.]. Disponível em: <https://www.dji.com/br/support/product/zenmuse-l1>. Acesso em: 30 set. 2025.
- EMLID. *Como funciona o RTK | Reach RS2/RS2+*. [S. I.]: Emlid, [s.d.]. Disponível em: <https://docs.emlid.com/reachrs2/pt-BR/rtk-quickstart/rtk-introduction/>. Acesso em: 30 set. 2025.
- Heyer, R., Donnelly, M. A., Foster, M., & McDiarmid, R. (Eds.). (2014). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution.
- Hung, M. N. W. B., Moreira Sampaio, T. V., Schultz, G. B., Crovador Siefert, C. A., Lange, D. R., Syring Marangon, F. H., & dos Santos, I. (2018). Levantamento com veículo aéreo não tripulado para geração de modelo digital do terreno em bacia experimental com vegetação florestal esparsa. *Ra'e Ga*, 43.
- Malaise, R. (1937). A new insect-trap. *Entomologisk tidskrift*, 58(148-160), 640.
- Moericke, V. (1951). Eine Farbfalle zur Kontrolle des Fluges von Blattlausen insbesondere der Pfirsichlaus (*M. persicae*). *Nachrbl. Dtsch. Pflschr. Braunschweig*.
- PIX4D. *PIX4Dmapper*. [S. I.]: PIX4D, [s.d.]. Disponível em: <https://www.pix4d.com/pt/produto/pix4dmapper-software-fotogrametria/>. Acesso em: 01 out. 2025.
- QGIS. QGIS. [S. I.]: QGIS, [s.d.]. Disponível em: <https://qgis.org/>. Acesso em: 01 out. 2025.
- Regan, R.S. & Niswonger, R.G. (2021). *GSFLOW version 2.2.0: Coupled Groundwater and Surface-water FLOW model*: U.S. Geological Survey Software Release, 18 February 2021.

Ricci, R. M. P. & Medeiros, R. (2012). Contribuições para a gestão da Lagoa Rodrigo de Freitas/RJ sob a óptica das políticas de gestão dos recursos hídricos. *Oecologia Australis*, 16(3), 694–720.

#### **11. ESTE PROJETO DE PESQUISA:**

- ( ) Não envolve seres humanos, animais, patrimônio genético ou conhecimento tradicional associado.  
( ) Envolve seres humanos e obteve parecer favorável do comitê de ética em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.  
( ) Envolve animais e obteve parecer favorável do comitê de ética em anexo.  
( ) Envolve patrimônio genético ou conhecimento tradicional associado e foi cadastrado no SISGEN.

Documento: **PROJETO\_DE\_PESQUISA\_ANEXO\_II\_RESOLUCAO\_1922024BARRAGENSASCABEL.pdf**.

Assinatura Avançada realizada por: **Guilherme Irineu Venson (XXX.099.059-XX)** em 17/12/2025 22:35 Local: UNIOESTE/C07.

Assinatura Simples realizada por: **Rosilene Luciana Delariva (XXX.874.229-XX)** em 17/12/2025 22:25 Local: UNIOESTE/C55.

Inserido ao protocolo **25.177.320-3** por: **Rosilene Luciana Delariva** em: 17/12/2025 22:24.



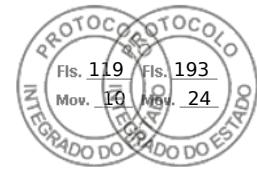
Documento assinado nos termos do Art. 38 do Decreto Estadual nº 7304/2021.

A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço:  
<https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código:



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná



## PLANO DE TRABALHO Acordo de Cooperação com Fundação de Apoio

### I - INSTITUIÇÕES

- |  |
|--|
| 1 - Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE campus de Cascavel   |
| 2 – Fundação de Apoio ao Ensino, Extensão, Pesquisa e Pós-graduação – FUNDEP |

### II - IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO A SER EXECUTADO

**Objeto:**

Apoio ao desenvolvimento de atividades administrativas e financeiras do Projeto de Pesquisa:

**“Pesquisa e diagnósticos, ensaios laboratoriais e elaboração de relatórios técnicos referentes a segurança e monitoramento de barragens de Cascavel”.**

**Finalidade (art. 2º Lei 20537/2021):**

Dar apoio à gestão administrativa, financeira e operacional de projeto de pesquisa.

**Modalidade:**

PESQUISA.

**Objetivos (art. 4º Lei 20537/2021):**

Inciso I – promoção de atividades de pesquisa;

Inciso II - promoção da cooperação e interação entre entes públicos e privados;

Inciso III - promoção e continuidade dos processos de formação e capacitação científica e tecnológica;

Inciso VII - simplificação de procedimentos para gestão de projetos de ciência, tecnologia, inovação, gestão hospitalar e saúde pública.

**Atividades a serem desenvolvidas e pertinência do projeto (art. 5º da Lei 20537/2021):**

Inciso I – Apoio às atividades de ensino, pesquisa e extensão;

Inciso III - Suporte a atividades e operações especiais, aquisição de materiais, equipamentos e outros insumos diretamente relacionados às atividades de inovação, pesquisa científica e tecnológica, extensão e ensino;

Inciso VII – Simplificação de procedimentos para gestão de projetos de ensino, pesquisa, extensão, ciência, tecnologia e inovação (gestão administrativa e financeira).

### III – RESULTADOS ESPERADOS, METAS, INDICADORES E OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

**RESULTADOS ESPERADOS:**

1. Simplificação de procedimentos para gestão dos recursos financeiros do projeto, exceto os recursos de órgãos de fomento;
2. Divulgação das ações do Projeto;
3. Eficiência e eficácia na execução do projeto.

**METAS E INDICADORES:**

Meta 1: Divulgar o Projeto

Indicador: Número de ações de divulgação

Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário -Fone (45) 3220-3000  
CEP 85819-110 – Cascavel – Paraná  
[www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

Inserido ao protocolo 25.177.320-3 por: **Mari Preslak** em: 18/12/2025 16:34. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço:

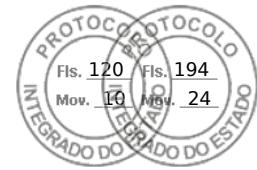
<https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: **6f05afc40dba8369242c396b6a8f9069**

Assinatura Avançada realizada por: **Neucir Szinwelski (XXX.645.959-XX)** em 02/02/2026 10:10. Inserido ao protocolo 25.177.320-3 por: **Alessandro Carlos Nardi** em: 02/02/2026 10:03. Demais assinaturas na folha 196a. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: <https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: **170697c10a26d47872017ec6a589ce99**



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná



#### **OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)**

- ODS 3: Saúde e bem-estar
- ODS 4: Educação de qualidade
- ODS 6: Água limpa e saneamento
- ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis
- ODS 12: Consumo e produção responsáveis
- ODS 13: Ação contra a mudança global do clima
- ODS 15: Vida terrestre

#### **IV - RAZÕES QUE JUSTIFIQUEM A FORMALIZAÇÃO DO ACORDO**

As justificativas principais da necessidade da formalização do Acordo de Cooperação com a FUNDEP são:

**POR PARTE DA UNIOESTE:**

- A proposta desta parceria vem da necessidade de simplificação de procedimentos para gestão dos recursos financeiros, exceto os recursos de órgãos de fomento. Entende-se que essa simplificação é importante para a Projeto, uma vez que pode contribuir para a agilidade no recebimento das receitas e nas compras e contratações;
- A parceria com a Fundação amplia a promoção e disseminação do Projeto para a comunidade externa;
- Além disso, a FUNDEP é um instrumento de apoio à UNIOESTE, e é uma entidade parceira que ajuda a promover as atividades consideradas pilares da Educação Superior: o Ensino, a Pesquisa e a Extensão, e atende as necessidades do projeto para uma gestão eficiente e desburocratizada, além de ser um gestor estratégico de Projetos juntamente com os professores da Universidade, contribuindo para a disseminação do conhecimento. Além disso, a FUNDEP adota métodos alinhados às necessidades da UNIOESTE e da sociedade;
- Por fim, a FUNDEP é registrada na Superintendência-Geral de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior – SETI sob o nº de REGISTRO Nº 001/21, por tempo indeterminado, para os efeitos da Lei nº 20.537, de 20 de abril de 2021, que regulamenta a relação das IES e suas Fundações de Apoio.

**POR PARTE DA FUNDEP:**

- A finalidade estatutária da FUNDEP é ser instrumento de apoio à Universidade por meio de parcerias para a gestão de projetos de ensino, pesquisa e extensão;
- Um dos principais objetivos da FUNDEP é ofertar soluções aos parceiros, por meio de uma gestão eficiente e desburocratizada para o benefício da UNIOESTE e da sociedade, seguindo princípios de colaboração e cooperação, de forma dedicada e responsável, o que vem de encontro com a necessidade do Projeto.

#### **V - PERÍODO – VIGÊNCIA**

Início da vigência	Na assinatura do Acordo de Cooperação
Fim da vigência	10.06.2029

#### **VI – OBRIGAÇÕES E RESPONSABILIDADES DAS PARTES**

##### **OBRIGAÇÕES COMUNS AOS PARCEIROS**

- a. Empregar seus melhores esforços e técnicas disponíveis na execução das atividades necessárias à execução do Acordo de Cooperação;
- b. Utilizar-se deste Termo de Cooperação tão somente para os fins nele estabelecido;
- c. Responsabilizar-se, cada qual, pelos encargos trabalhistas, previdenciários, securitários e civis,

Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário -Fone (45) 3220-3000  
CEP 85819-110 – Cascavel – Paraná  
[www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

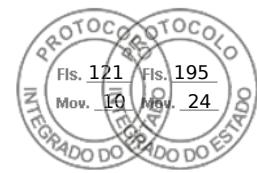
Inserido ao protocolo 25.177.320-3 por: **Mari Preslak** em: 18/12/2025 16:34. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço:  
<https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: **6f05afc40dba8369242c396b6a8f9069**

Assinatura Avançada realizada por: **Neucir Szinwelski (XXX.645.959-XX)** em 02/02/2026 10:10. Inserido ao protocolo 25.177.320-3 por: **Alessandro Carlos Nardi** em: 02/02/2026 10:03. Demais assinaturas na folha 196a. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: <https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: **170697c10a26d47872017ec6a589ce99**



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná



- conforme o caso, das pessoas que disponibilizar para execução das atividades deste Acordo de Cooperação;
- d. Não praticar quaisquer atividades inconvenientes ou que coloquem em risco a idoneidade da respectiva Parceira ou a segurança dos que transitam em suas instalações, sob pena de rescisão do Termo de Cooperação e resarcimento dos danos decorrentes.

#### POR PARTE DA UNIOESTE

- a. Responsabilizar-se pela tramitação e aprovação do plano de trabalho, do plano de aplicação financeira e da equipe;
- b. Disponibilizar estrutura física, equipe e materiais para a realização das atividades do Programa;
- c. Executar o projeto de acordo com seus objetivos, metas, planilha orçamentária e atividades previstas do Projeto do Programa;
- d. Acompanhar a execução do Acordo de Cooperação;
- e. Designar o gestor e o fiscal do Acordo de Cooperação, de acordo com a norma vigente;
- f. Atender as normas e orientações da Fundação;
- g. Zelar pela execução regular de acordo com as Legislações vigentes e normas internas da UNIOESTE;
- h. Se responsabilizar pelos relatórios técnicos e pedagógicos de acordo com as Resoluções da UNIOESTE;
- i. Receber prestações de contas parciais e final de acordo com as Resoluções da Unioeste.

#### POR PARTE DA FUNDEP

- a. Ser um canal operacional do objeto do acordo por meio de gerenciamento dos recursos financeiros do Acordo;
- b. Manter conta bancária específica para execução do projeto;
- c. Executar o projeto de acordo com seus objetivos, metas, planilha orçamentária e atividades previstas no Plano de Trabalho, limitadas às suas responsabilidades;
- d. Atender as normas e orientações da UNIOESTE;
- e. Zelar pela execução regular de acordo com as Legislações vigentes e normas internas da UNIOESTE;
- f. Executar a planilha orçamentária aprovada, efetuando recebimentos, aquisições e pagamentos previstos;
- g. Efetuar a doação dos equipamentos adquiridos com recursos do projeto até o final da vigência do Acordo;
- h. Reter, a título de remuneração conforme Art. 18 da Lei 20537/2021, o percentual de 10% sobre o valor total das receitas para custear as despesas administrativa da FUNDEP;
- i. Repassar à UNIOESTE campus de Cascavel, o saldo remanescente ao final do Acordo de Cooperação, por meio de depósito bancário, em conta corrente a ser informada pelo responsável financeiro;
- j. Apresentar a prestação de contas, de acordo com as Resoluções da Unioeste;
- k. Arquivar os documentos financeiros sob sua responsabilidade.

#### VII – ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

O acompanhamento do Acordo será executado pela coordenação do Projeto, gestor e fiscal do Acordo de Cooperação a ser indicado pela Direção Geral da UNIOESTE Campus de Cascavel.

Ao final do Acordo, a coordenação emitirá de relatório final contemplando resultados alcançados, conclusões e prestação de contas financeira a ser elaborada pela Fundação. A avaliação da prestação de contas financeira será avaliada de acordo com o estabelecido nas Resoluções da Unioeste.

Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário -Fone (45) 3220-3000  
CEP 85819-110 – Cascavel – Paraná  
[www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

Inserido ao protocolo 25.177.320-3 por: **Mari Preslak** em: 18/12/2025 16:34. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço:  
<https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: **6f05afc40dba8369242c396b6a8f9069**

Assinatura Avançada realizada por: **Neucir Szinwelski (XXX.645.959-XX)** em 02/02/2026 10:10. Inserido ao protocolo 25.177.320-3 por: **Alessandro Carlos Nardi** em: 02/02/2026 10:03. Demais assinaturas na folha 196a. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: <https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: **170697c10a26d47872017ec6a589ce99**



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná



### VIII – RECURSOS FINANCEIROS

O recurso financeiro origina-se de parceria com o Município de Cascavel. Será utilizado para pagamento de despesas operacionais e administrativas do projeto de acordo com o plano de aplicação financeiro anexo à fl. 112.

#### PLANILHA FINANCEIRA – ANEXO À FL. 112.

### IX – INFORMAÇÕES PESSOAL PARTICIPANTES

Pessoal docente e técnicos		
Nomes	Função no projeto	Horas/semana
Rosilene Luciana Delariva	<b>Coordenadora</b>	<b>Não se aplica</b>
Guilherme Irineu Venson	<b>Vice-Coordenador</b>	<b>Não se aplica</b>

Pessoal discente		
Nomes	Função no projeto	Horas/semana
<b>Ver EQUIPE DE TRABALHO no projeto formulário do projeto (fls. 2 a 5)</b>		

Pessoal externo		
Nomes	Função no projeto	Horas/semana

### X - RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO DO CONVÊNIO

Instituição - 1	Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE Campus Cascavel		
Nome:	Rosilene Luciana Delariva	CPF	
E-mail/telefone	Luciana.delariva@unioeste.br – 44 99911-7670		
Centro/campus	CCBS – Cascavel		

Instituição - 2	Fundação de Apoio ao Ensino, Extensão, Pesquisa e Pós-graduação – FUNDEP		
Nome:	Maria Inês Presrlak (Mari)		
E-mail/telefone	fundep@fundeppr.com.br / 45 3220 3211 e 45 99944 0137		
Centro/campus	FUNDEP		

Cascavel/PR, datado e assinado digitalmente.

**Rosilene Luciana Delariva**  
Coordenadora do Projeto

**Geysler Rogis Flor Bertolini**  
Diretor Geral UNIOESTE Campus Cascavel

**Neucir Szinwelski**  
Diretor Presidente FUNDEP

Rua Universitária, 2069 – Jardim Universitário -Fone (45) 3220-3000  
CEP 85819-110 – Cascavel – Paraná  
[www.unioeste.br](http://www.unioeste.br)

Inserido ao protocolo 25.177.320-3 por: **Mari Presrlak** em: 18/12/2025 16:34. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço:  
<https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: **6f05afc40dba8369242c396b6a8f9069**

Assinatura Avançada realizada por: **Neucir Szinwelski (XXX.645.959-XX)** em 02/02/2026 10:10. Inserido ao protocolo 25.177.320-3 por: **Alessandro Carlos Nardi** em: 02/02/2026 10:03. Demais assinaturas na folha 196a. A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço: <https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: **170697c10a26d47872017ec6a589ce99**



ePROTOCOLO



Documento: **PLANODETRABALHO.pdf**.

Assinatura Avançada realizada por: **Neucir Szwinski (XXX.645.959-XX)** em 02/02/2026 10:10 Local: UNIOESTE/FUNDEP, **Geysler Rogis Flor Bertolini (XXX.398.039-XX)** em 02/02/2026 10:43 Local: UNIOESTE/C17.

Assinatura Simples realizada por: **Rosilene Luciana Delariva (XXX.874.229-XX)** em 02/02/2026 18:21 Local: UNIOESTE/C10.

Inserido ao protocolo **25.177.320-3** por: **Alessandro Carlos Nardi** em: 02/02/2026 10:03.



Documento assinado nos termos do Art. 38 do Decreto Estadual nº 7304/2021.

A autenticidade deste documento pode ser validada no endereço:  
<https://www.eprotocolo.pr.gov.br/spiweb/validarDocumento> com o código: