Instituto Água e Terra

Relatório Estadual de Segurança de Barragens

2025

Fevereiro de 2026

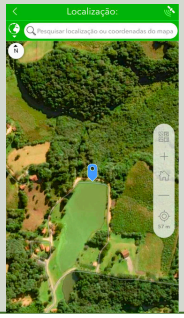
PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO
SECRETARIA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

INSTITUTO ÁGUA E TERRA

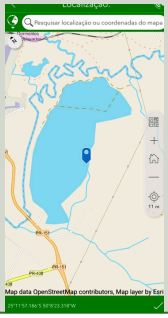
RELATÓRIO ESTADUAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

2025









Fevereiro/ 2026

INSTITUTO ÁGUA E TERRA

EQUIPE

GOVERNADOR
Carlos Massa Ratinho Júnior
SECRETÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
Rafael Greca de Macedo

INSTITUTO ÁGUA E TERRA

DIRETOR PRESIDENTE
Everton Luiz da Costa Souza
DIRETORA DE LICENCIAMENTO E OUTORGA
Ivonete Coelho da Silva Chaves
GERENTE DE MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO
Álvaro Cesar de Goes
CHEFE DE DIVISÃO DE MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO
Christine da Fonseca Xavier

EQUIPE TÉCNICA DO SETOR DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DO IAT
Adilson Wandembruck, Engº Florestal
Felipe Muchinski, Engº Civil
Osneri Roque Andreoli, Engº Civil

EQUIPE TÉCNICA DE APOIO DO NÚCLEO DA INTELIGÊNCIA GEOGRÁFICA E DA INFORMAÇÃO (NGI)
Débora Susan Silveira , Geógrafa
Leandro Benício , Engenheiro Cartógrafo
Lucas Mansur Schimaleski, Geógrafo
Renato Ferreira da Silva, Geógrafo
Sonia Burmester, Chefe do NGI

EQUIPE TÉCNICA DE APOIO DA DIVISÃO DE FISCALIZAÇÃO (DFI)
Ivo Czelusniak Good , Chefe da Divisão de Fiscalização
Rudi Celso Fischer, Engenheiro Florestal

EQUIPE TÉCNICA DE APOIO DO SIMEPAR, ALOCADA NO PROJETO SEGURANÇA DE BARRAGENS
Allan Nunho, Engº Florestal
Arcelia Portilla, Oceanógrafa
Carlos Daniel Liberato Rosa, Graduando em Ciências Biológicas
Clóvis Cechim Jr., Engº Ambiental
Elizabete Bugalski de Andrade Peixoto, Economista e Gerente do Projeto
Erickson de Lima Arving, Engº Civil
Evelin Schiebler, Engª Cartógrafa
Flávio Deppe, Engº Florestal
Gabriel H. A. Pereira, Engº Ambiental
Gabriel Marlon Leichtweis, Engº Civil
Gabriela Gomes da Silva, Graduanda em Engª Ambiental
Guilherme Juppa, Engº Civil
Igor Oscar Alves da Rocha Blum, Engº Civil e Ambiental
João Victor Gonçalves Pandino de Oliveira, Engº Mecânico
Larissa Maciel Ticianel, Engª Civil
Leslie Chavely Velarde Chumbe, Engª Ambiental
Nathalia Lyra Varela de Albuquerque, Geógrafa

ESTRUTURAÇÃO DO RELATÓRIO

Integração dos relatórios temáticos e diagramação do documento geral / fotografias da contracapa: Adilson Wandembruck.

Elaboração do Capítulo 1 (Introdução): Equipe de Segurança de Barragens do IAT.

Elaboração do Capítulo 2 (Por que monitorar?): Equipe de Segurança de Barragens do IAT.

Elaboração do Capítulo 3 (Metodologia de avaliação e monitoramento): Equipe de Segurança de Barragens do IAT.

Elaboração do Capítulo 4 (Resultados do monitoramento e fiscalização, exceto item 4.9): Equipe de Segurança de Barragens do IAT.

Elaboração do item 4.9 (Manchas de inundação): Equipe Técnica do SIMEPAR.

Elaboração do Capítulo 5 (Avanços e lições aprendidas no Paraná nos últimos anos): Equipe de Segurança de Barragens do IAT.

Elaboração do Capítulo 6 (Desafios e perspectivas): Equipe de Segurança de Barragens do IAT.

Elaboração do Capítulo 7 (Proposta de Plano de Ação para implementação da Política Nacional e Estadual de Segurança de Barragens no Estado do Paraná): Equipe de Segurança de Barragens do IAT.

Foto da contracapa: Barragem do Miringuava, de propriedade da SANEPAR, em São José dos Pinhais; Fotos menores: Prints das telas do formulário eletrônico para coleta de dados das barragens; Detalhe da barragem Represa Jabur, em Querência do Norte, com destaque para o barramento, extravasor principal e parte do reservatório.

Subsídios para elaboração do Relatório Estadual de Segurança de Barragens do Paraná:

- Legislação aplicável;
- Relatórios internos do Setor de Segurança de Barragens do IAT;
- Relatório temático do SIMEPAR, sobre manchas de inundação, no escopo do Contrato de Gestão com o IAT;
- Relatório anual 2025 do Projeto Barragens 2 (SIMEPAR).
- Relatório de Segurança de Barragens (2024/2025) da ANA.
- BI da ANA, com dados das barragens de cada UF do Brasil.

SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COPDEM	Copernicus DEM (Modelo de Elevação Digital Copernicus)
CRI	Categoria de Risco da Barragem
CTSB	Câmara Técnica de Segurança de Barragens
DILIO	Diretoria de Licenciamento e Outorga
DMT	Divisão de Monitoramento
DPA	Dano Potencial Associado
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GEMF	Gerência de Monitoramento e Fiscalização
IAT	Instituto Água e Terra
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ISE	Inspeção de Segurança Especial
ISR	Inspeção de Segurança Regular
LAGEO/UFPR	Laboratório de Pesquisas Aplicadas em Geomorfologia e Geotecnologias da UFPR
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital de Terreno
MDS	Modelo Digital de Superfície
NMS	Nova Metodologia Simplificada
PAE	Plano de Ação de Emergência
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
PROGESTÃO	Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas
PSB	Plano de Segurança de Barragem
RESB	Relatório Estadual de Segurança de Barragens
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
RPSB	Revisão Periódica de Segurança de Barragem
RSB	Relatório de Segurança de Barragens (nacional)
SEDEST	Secretaria do Desenvolvimento Sustentável
SIMEPAR	Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Critérios utilizados no processo de monitoramento 04
Figura 2: Fluxograma dos passos iniciais do pedido de outorga junto ao IAT 09
Figura 3: Critérios de priorização das barragens a serem vistoriadas 09
Figura 4: Métricas de Segurança de Barragens 11
Figura 5: Importância da mancha de inundação 12
Figura 6: Principais usos da água dos reservatórios 16
Figura 7: Categoria de Risco das barragens visitadas entre 2019 e 2025 17
Figura 8: Dano Potencial Associado das barragens visitadas entre 2019 e 2025 18
Figura 9: Matriz de classificação geral das barragens 19
Figura 10: Localização das barragens utilizadas nas simulações 21
Figura 11: Distribuição das classificações de DPA considerando diferentes metodologias 22
Figura 12: Mancha de inundação sem edição 23
Figura 13: Mancha de inundação editada 23
Figura 14: Exemplo de layout de Mancha de Inundação gerado conforme padronização do modelo IAT 26
Figura 15: Exemplo de layout de Mancha de Perigo gerado conforme padronização do modelo IAT 26
Figura 16: Exemplo de layout de Mancha de Classificação gerado conforme padronização do modelo IAT 26
Figura 17: Resumo dos resultados DPA obtidos através da análise dos Relatórios Técnicos de Visitas 28
Figura 18: Resumo dos resultados CRI obtidos através da análise dos Relatórios Técnicos de Visitas 28
Figura 19: Resumo dos resultados da Matriz de Classificação obtidos através da análise dos Relatórios Técnicos de Visitas 29
Figura 20: Número de barragens vistoriadas no período de 2019 a 2025 31
Figura 21: Barragens cadastradas no SNISB 33
Figura 22: Barragens não verificadas quanto ao Enquadramento na PNSB 33
Figura 23: Índice de completude das Barragens do Paraná cadastradas no SNISB 33
Figura 24: Dados das barragens paranaenses enquadradas na PNSB 33
Figura 25: Dados sobre DPA das Barragens cadastradas no SNISB 34
Figura 26: Dados sobre CRI das Barragens cadastradas no SNISB 34
Figura 27: Dados de DPA X CRI das barragens enquadradas na PNSB 34
Figura 28: Quadro resumo com dados de DPA/CRI das barragens paranaenses 34
Figura 29: Evolução Regulatória e Base de Dados 35
Figura 30: Estrutura de governança para Segurança de Barragens 36
Figura 31: Necessidade de ampliação da equipe técnica para Segurança de Barragens 37
Figura 32: Dashboard SIB (Sistema de Informações sobre Barragens) do IAT 38
Figura 33: Desafios e perspectivas futuras do monitoramento de barragens do IAT 41
Figura 34: Relatórios estaduais anuais de Segurança de Barragens do IAT (2023 a 2025) 45
Figura 35: Compromissos norteadores do Setor de Segurança de Barragens do IAT 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Síntese sobre as características do CRI e do DPA 10
Tabela 2: Principais instrumentos da Política de Segurança de Barragens 11
Tabela 3: Critérios de análise do DPA+ *21*
Tabela 4: Matriz de Classificação em função do DPA e CRI *28*

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Enquadramento do Perigo Hidrodinâmico para humanos - Maria Teresa Viseu (2006) 24
Quadro 2: Enquadramento do Perigo Hidrodinâmico para edifícios - Maria Teresa Viseu (2006) 24
Quadro 3: Enquadramento do Perigo Hidrodinâmico - DEFRA (HR Wallingford, 2006) 24
Quadro 4: Enquadramento de Perigo Hidrodinâmico do Laboratório de Pesquisa Hídrica - Austrália (Smith et al., 2014) 25
Quadro 5: Quadro de Classificação quanto ao Dano Potencial Associado, conforme a Resolução CNRH nº241/2024 20
Quadro 6. Exemplo de Faixas de Classificação por Dano Potencial Associado (Água) conforme a Resolução CNRH nº241/2024 21

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Fluxograma das ações do Setor de Segurança de Barragens 48
Anexo 2: Tabelas de definição da Categoria de Risco, DPA e Classificação Geral da Barragem, constantes nos Anexos da Resolução CNRH Nº 241/2024 49
Anexo 3: Lista das Barragens dispensadas da apresentação de documentos relativos à Segurança de Barragens 50
Anexo 4: Formulário eletrônico de coleta de dados 57
Anexo 5: Modelo de Relatório de Monitoramento 58
Anexo 6: Modelo de Relatório de Dano Potencial Associado 59
Anexo 7: Modelo de Relatório de layout de mancha de inundação gerada no ArcGIS 60
Anexo 8: Modelo de Relatório de layout da análise da mancha de perigo hidrodinâmico gerada no ArcGIS 61

Sumário

SUMÁRIO

EQUIPE i
ESTRUTURAÇÃO DO RELATÓRIO ii
SIGLAS E ABREVIATURAS iii
LISTA DE FIGURAS iv
LISTA DE TABELAS v
LISTA DE QUADROS v
LISTA DE ANEXOS v
1. INTRODUÇÃO 01
2. POR QUE MONITORAR? 04
2.1. RESPONSABILIDADE LEGAL DO INSTITUTO ÁGUA E TERRA 05
2.2. REDUÇÃO DE RISCOS À VIDA HUMANA E AO MEIO AMBIENTE 06
2.3. TOMADA DE DECISÕES BASEADA EM DADOS REAIS 07
3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO 09
3.1. CADASTRO E BASE DE DADOS 09
3.2. CONSOLIDAÇÃO DAS INFORMAÇÕES SOBRE AS 3.000 BARRAGENS VISTORIADAS 09
3.3. CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA DETERMINAR O CRI, DPA E A E A CLASSIFICAÇÃO 10
3.3.1. Entendendo a Categoria de Risco (CRI) 10
3.3.2. Entendendo o Dano Potencial Associado (DPA) 10
3.3.3. Por que essa distinção é importante? 11
3.4. ELABORAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO 12
4. RESULTADOS DO MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO 14
4.1. PANORAMA GERAL 14
4.2. INTEGRAÇÃO COM O SIMEPAR 14
4.2.1. Otimização das ações de fiscalização 14
4.2.2. Potencialização dos resultados técnicos das ações de fiscalização 14
4.2.3. Subsídio para a tomada de decisão 14
4.2.4. Inovação tecnológica e inteligência geoespacial 14
4.2.5. Apoio ao fortalecimento do Marco Regulatório Nacional 15
4.3. INTEGRAÇÃO COM A DEFESA CIVIL 15
4.3.1. Subsídio Técnico para o Planejamento de Emergência 15
4.3.2. Otimização do Plano de Ação de Emergência (PAE) 15
4.3.3. Gestão de Crise e Comunicação Integrada 16
4.3.4. Fortalecimento da Prevenção e do Planejamento Urbano 16
4.4. PRINCIPAIS USOS PARA A ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS 16
4.5. CATEGORIA DE RISCO (CRI) 17
4.6. DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA) 18
4.7. CLASSIFICAÇÃO GERAL DAS BARRAGENS 19
4.8. BARRAGENS DISPENSADAS DA APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTAÇÃO 20

Sumário

4.9. MANCHAS DE INUNDAÇÃO **20**
4.9.1. Planejamento 20
4.9.2. Definição da Metodologia de Classificação de Dano Potencial Associado (DPA) 20
4.9.3. Aplicação da Nova Metodologia Simplificada (2.0) e do DPA+ 22
4.9.4. Geração e Edição da Mancha de Inundação 23
4.9.5. Geração das Manchas de Velocidade, de Profundidade, de Perigo Hidrodinâmico e de Classificação do Perigo Hidrodinâmico 24
4.9.6. Identificação de Pontos e Áreas Afetadas 25
4.9.7. Criação de layouts 25
4.9.8. Matriz de Classificação DPA 26
4.9.9. Resultados 28
4.9.10. Mapas gerados e sua importância 29
5. AVANÇOS E LIÇÕES APRENDIDAS NO PARANÁ NOS ÚLTIMOS ANOS **31**
5.1. O PARANÁ COMO REFERÊNCIA NACIONAL NA REALIZAÇÃO DE VISTORIAS EM BARRAGENS **31**
5.2. AVANÇOS NO CADASTRO E CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS **32**
5.3. DADOS DO SNISB DISPONIBILIZADOS EM PLATAFORMA DA ANA **33**
5.4. EVOLUÇÃO REGULATÓRIA **35**
5.5. GOVERNANÇA E A INTERAÇÃO COM ÓRGÃOS FISCALIZADORES E EMPREENDEDORES **36**
5.6. INTEGRAÇÃO E QUALIFICAÇÃO TÉCNICA **37**
5.6.1. Formação de equipes técnicas especializadas 37
5.6.2. Parcerias com universidades e centros de pesquisa 37
5.7. TRANSPARÊNCIA E COMUNICAÇÃO **38**
5.7.1. Melhorias no acesso à informação pública (dashboard SIB) 38
5.8. PLANEJAMENTO E REDUÇÃO DE RISCOS **39**
5.8.1. Inclusão de dados de risco em instrumentos de planejamento territorial 39
5.8.2. Ações de melhoria contínua nos sistemas de gestão 39
6. DESAFIOS E PERSPECTIVAS **41**
7. PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DA PNSB E PESB NO PARANÁ **43**
7.1. OBJETIVO DO PLANO DE AÇÃO **43**
7.1.1. Aprimoramento do Cadastro e Completude de Dados 43
7.1.2. Fortalecimento da Comunicação e Regularização de Empreendedores 43
7.1.3. Articulação Institucional e Aperfeiçoamento Normativo 43
7.1.4. Capacitação, Monitoramento e Transparência 44
7.1.5. Desafios Operacionais e Orçamentários 45
8. ANEXOS **48**
9. GLOSSÁRIO **63**
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **65**

1.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A segurança de barragens constitui um dos eixos centrais da gestão de recursos hídricos e da proteção ambiental no Brasil, em razão do potencial de impacto dessas estruturas sobre a vida humana, o meio ambiente, o patrimônio público e privado e o ordenamento territorial. No Estado do Paraná, onde coexistem milhares de barragens destinadas a diferentes finalidades (usos múltiplos), como abastecimento público, irrigação, dessedentação animal, regularização de vazões, paisagismo, recreação, entre outras, o tema assume relevância estratégica para a atuação do poder público e para a prevenção de acidentes e desastres.

No âmbito nacional, a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei nº 12.334/2010, estabelece diretrizes, objetivos e instrumentos voltados à garantia da integridade estrutural das barragens e à redução dos riscos associados ao seu rompimento ou mau funcionamento (BRASIL, 2010). Posteriormente, a Lei nº 14.066/2020 promoveu o aprimoramento desse marco legal, ao reforçar a abordagem preventiva, ampliar as responsabilidades dos empreendedores e do poder público e fortalecer os mecanismos de fiscalização, monitoramento e gestão de riscos (BRASIL, 2020).

Entre os principais instrumentos previstos pela PNSB, destacam-se a classificação das barragens quanto à Categoria de Risco (CRI) [1] e ao Dano Potencial Associado (DPA) [2], bem como a definição de ações proporcionais ao nível de risco identificado. Esses critérios foram atualizados e detalhados no âmbito infralegal pela Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 241/2024, que estabelece procedimentos técnicos e metodológicos para a classificação, o monitoramento e a gestão da segurança de barragens sob a ótica da prevenção e da mitigação de impactos (CNRH, 2024).

No Estado do Paraná, o Instituto Água e Terra (IAT), na condição de órgão ambiental estadual e autoridade fiscalizadora das barragens de sua competência, exerce papel fundamental na implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens. Essa atuação é regulamentada, no âmbito estadual, pela Portaria IAT nº 467/2023, que define critérios, procedimentos e obrigações relacionados à segurança de barragens, incluindo o cadastro, a fiscalização, a exigência de documentação técnica e a definição de prazos e responsabilidades compatíveis com a classificação das estruturas (PARANÁ, 2023).

[1] Categoria de Risco (CRI): classificação que expressa a probabilidade de ocorrência de falhas ou acidentes em uma barragem, considerando aspectos técnicos relacionados ao projeto, à construção, à operação, à manutenção e ao estado de conservação da estrutura, conforme definido na Lei nº 12.334/2010 e detalhado pela Resolução CNRH nº 241/2024.

[2] Dano Potencial Associado (DPA): classificação que representa a magnitude dos impactos decorrentes de um eventual rompimento ou mau funcionamento da barragem, independentemente da probabilidade de ocorrência, considerando perdas de vidas humanas, impactos socioeconômicos e danos ambientais, conforme previsto na Lei nº 12.334/2010 e na Resolução CNRH nº 241/2024.

Nos últimos anos, o Paraná avançou de forma significativa no conhecimento do seu universo de barragens e no fortalecimento das ações de fiscalização. A realização de vistorias em aproximadamente 3.000 barragens permitiu ampliar substancialmente a base de dados existente, viabilizando a definição da Categoria de Risco, do Dano Potencial Associado e da classificação geral da segurança das estruturas, bem como a elaboração de manchas de inundação para cenários de ruptura. Esses produtos técnicos constituem instrumentos essenciais para subsidiar o planejamento de ações de emergência, a atuação da Defesa Civil, o ordenamento territorial e a priorização das atividades de fiscalização e monitoramento, conforme preconizado pela legislação vigente (BRASIL, 2010; BRASIL, 2020; CNRH, 2024).

O monitoramento contínuo das barragens, aliado à realização de inspeções periódicas e à atualização sistemática das informações técnicas, representa elemento-chave para a prevenção de falhas estruturais e para a redução dos riscos associados. Nesse contexto, destaca-se a importância do Plano de Segurança de Barragens (PSB) **[3]** e o Plano de Ação de Emergência (PAE) **[4]** como instrumento essencial para a mitigação de impactos em situações de emergência, especialmente no caso de barragens classificadas com alto Dano Potencial Associado.

Nesse sentido, o presente relatório tem por objetivo apresentar um panorama da segurança de barragens no Estado do Paraná, com ênfase no papel institucional do Instituto Água e Terra, nos avanços alcançados a partir das ações de fiscalização e monitoramento e na consolidação de instrumentos técnicos essenciais à gestão do risco. Ao reunir informações legais, técnicas e institucionais, o relatório busca subsidiar a tomada de decisão, fortalecer a transparência da gestão pública e contribuir para o contínuo aprimoramento das políticas e práticas de segurança de barragens no estado.

[3] Plano de Segurança de Barragens (PSB):

Instrumento para barragens enquadradas com Dano Potencial Associado médio ou alto, previsto na Lei nº 12.334/2010, que reúne o conjunto de informações técnicas, procedimentos e registros necessários para assegurar a integridade estrutural e a operação segura da barragem ao longo de sua vida útil. incluindo dados gerais da barragem, critérios de projeto e construção, registros de inspeções e monitoramento, identificação e classificação de riscos, procedimentos de operação e manutenção, bem como a definição de responsabilidades do empreendedor, devendo ser mantido atualizado e disponível para fiscalização, conforme a Portaria IAT nº 467/2023.

[4] Plano de Ação de Emergência (PAE):

Instrumento para barragens enquadradas com Dano Potencial Associado médio ou alto, que estabelece as ações a serem adotadas pelo empreendedor e pelos órgãos competentes em situações de emergência, visando à proteção da população, à redução de danos e à articulação com os sistemas de Defesa Civil, nos termos da Lei nº 12.334/2010, da Lei nº 14.066/2020 e da Portaria IAT nº 467/2023.

2.

POR QUE MONITORAR?

2. POR QUE MONITORAR?

O monitoramento de barragens é um elemento estruturante da Política Nacional de Segurança de Barragens, uma vez que permite o acompanhamento contínuo do comportamento estrutural e operacional dessas obras ao longo de sua vida útil. A Lei nº 12.334/2010 estabelece como objetivo da política a garantia da observância de padrões de segurança, de modo a reduzir a possibilidade de acidentes e suas consequências, sendo o monitoramento um instrumento essencial para o atendimento desse objetivo (art. 3º, incisos I e II) (BRASIL, 2010).

Barragens são estruturas dinâmicas, sujeitas à influência de fatores hidrológicos, geotécnicos, estruturais e operacionais, bem como ao envelhecimento natural dos materiais. Nesse sentido, a legislação determina que a segurança da barragem deve ser avaliada de forma contínua, considerando sua condição ao longo do tempo, e não apenas em momentos isolados. Essa abordagem é reforçada pela Lei nº 14.066/2020, ao ampliar e detalhar as obrigações relacionadas à inspeção, à revisão periódica de segurança e ao acompanhamento técnico das estruturas, com foco na prevenção de falhas e na gestão do risco (BRASIL, 2020).

Sob a ótica da gestão do risco, o monitoramento fornece a base técnica necessária para a classificação das barragens quanto à Categoria de Risco e ao Dano Potencial Associado, bem como para a definição das ações de segurança compatíveis com cada classificação. A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 241/2024 estabelece que o monitoramento e o registro sistemático de informações são elementos fundamentais para a avaliação do desempenho da barragem e para a tomada de decisões relacionadas à sua operação, manutenção e eventual necessidade de intervenções corretivas (CNRH, 2024).

O monitoramento também desempenha papel central na proteção da vida humana e na mitigação de impactos socioambientais, especialmente no caso de barragens classificadas com médio ou alto Dano Potencial Associado. A legislação federal determina que essas estruturas estejam associadas a instrumentos de prevenção e resposta, como o Plano de Ação de Emergência, cuja efetividade depende diretamente da identificação precoce de anomalias e do acompanhamento contínuo do comportamento da barragem (art. 12 da Lei nº 12.334/2010, com redação dada pela Lei nº 14.066/2020) (BRASIL, 2010; BRASIL, 2020).

No âmbito estadual, o monitoramento é igualmente essencial para subsidiar a atuação do órgão fiscalizador. A Portaria IAT nº 467/2023 estabelece que as informações oriundas do monitoramento, das inspeções e dos registros técnicos constituem a base para a fiscalização, para a exigência de medidas corretivas e para a priorização das ações de acompanhamento por parte do Instituto Água e Terra. Dessa forma, o monitoramento fortalece a eficiência, a proporcionalidade e a transparência da atuação administrativa do Estado do Paraná (PARANÁ, 2023).

Monitorar barragens significa adotar uma postura preventiva e alinhada aos princípios da gestão de riscos consagrados na Política Nacional de Segurança de Barragens. Ao permitir a antecipação de problemas, a redução de incertezas e a adoção tempestiva de medidas corretivas, o monitoramento consolida-se como instrumento indispensável para a proteção da sociedade, para a preservação ambiental e para a promoção do desenvolvimento seguro e sustentável, em consonância com os objetivos e diretrizes estabelecidos na legislação federal e estadual vigente (BRASIL, 2010; CNRH, 2024).



Figura 1: Critérios utilizados no processo de monitoramento

2.1 RESPONSABILIDADE LEGAL DO IAT

O Instituto Água e Terra (IAT), na condição de órgão ambiental estadual do Paraná, exerce a responsabilidade legal pela fiscalização da segurança das barragens de sua competência, em consonância com a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei nº 12.334/2010. Nos termos dessa legislação, compete aos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Segurança de Barragens fiscalizar as estruturas sob sua jurisdição, acompanhando o cumprimento das obrigações legais pelos empreendedores e adotando medidas administrativas necessárias à prevenção de acidentes e à mitigação de riscos (BRASIL, 2010).

A Lei nº 12.334/2010 estabelece que a atribuição fiscalizatória recai sobre o órgão ou entidade que outorga, autoriza, licencia ou concede o direito de uso do recurso hídrico ou da estrutura associada à barragem. Nesse contexto, o IAT é o órgão competente para a fiscalização das barragens de acumulação de água destinadas a usos múltiplos no Estado do Paraná, tais como abastecimento público, irrigação, dessedentação animal, regularização de vazões, controle de cheias e outros usos não enquadrados nas competências específicas de órgãos federais ou setoriais (BRASIL, 2010).

Por outro lado, a legislação federal define competências distintas para determinadas tipologias de barragens. As barragens destinadas à geração de energia hidroelétrica são fiscalizadas no âmbito do setor elétrico, sob a responsabilidade da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), enquanto as barragens de disposição de rejeitos de mineração são submetidas ao regime específico de segurança de barragens de mineração, sob a competência da Agência Nacional de Mineração (ANM), nos termos da legislação vigente. Assim, essas estruturas não integram o escopo de atuação fiscalizatória do IAT no que se refere à segurança de barragens, preservadas as competências ambientais correlatas (BRASIL, 2010; BRASIL, 2020).

No exercício de sua competência, o IAT atua de forma integrada ao Sistema Nacional de Segurança de Barragens, sendo responsável pelo cadastro das barragens de uso múltiplo sob sua jurisdição, pela realização de vistorias e inspeções técnicas, pela análise da documentação de segurança apresentada pelos empreendedores e pelo acompanhamento das ações de monitoramento, manutenção e operação das estruturas. Essas atribuições visam assegurar que as barragens atendam aos padrões mínimos de segurança definidos na legislação federal e nas normas complementares (BRASIL, 2010).

A Lei nº 14.066/2020 reforçou o papel dos órgãos fiscalizadores ao ampliar as exigências relacionadas à gestão do risco, à classificação das barragens quanto à Categoria de Risco e ao Dano Potencial Associado, bem como à adoção de instrumentos preventivos compatíveis com essa classificação. Nesse cenário, o IAT passou a ter responsabilidade ainda mais relevante na verificação do cumprimento dessas obrigações, incluindo a exigência de atualização do Plano de Segurança de Barragens e, quando aplicável, do Plano de Ação de Emergência (BRASIL, 2020).

No âmbito infralegal, a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 241/2024 estabelece diretrizes técnicas para a classificação, o monitoramento e a gestão da segurança de barragens, fornecendo subsídios normativos para a atuação dos órgãos fiscalizadores estaduais. Essa resolução reforça a necessidade de monitoramento contínuo, de registro sistemático de informações e de adoção de medidas proporcionais ao risco, elementos que orientam a atuação do IAT na fiscalização das barragens de uso múltiplo sob sua competência (CNRH, 2024).

De forma complementar, a Portaria IAT nº 467/2023 disciplina, no âmbito do Estado do Paraná, os procedimentos, critérios e prazos relacionados à segurança de barragens, detalhando as responsabilidades do empreendedor e do órgão fiscalizador. Essa norma consolida o papel do IAT como autoridade responsável por exigir, acompanhar e fiscalizar o cumprimento das medidas de segurança aplicáveis às barragens de uso múltiplo, assegurando a proteção da população, do meio ambiente e do patrimônio público e privado (PARANÁ, 2023).

Dessa forma, a responsabilidade legal do Instituto Água e Terra na fiscalização de barragens de uso múltiplo no Paraná se fundamenta em um arcabouço normativo claro e hierarquizado, que delimita sua competência, define seus instrumentos de atuação e orienta suas ações com base nos princípios da prevenção, da gestão de riscos e da proteção da vida. Essa atuação é essencial para o fortalecimento da segurança de barragens no estado e para a consolidação de uma política pública voltada ao desenvolvimento seguro e sustentável.

2.2 REDUÇÃO DE RISCOS À VIDA HUMANA E AO MEIO AMBIENTE

O monitoramento das barragens é uma medida fundamental para proteger a vida das pessoas que vivem, trabalham ou circulam nas áreas localizadas abaixo dessas estruturas. A legislação brasileira estabelece que a principal finalidade da Política Nacional de Segurança de Barragens é reduzir o risco de acidentes e suas consequências, especialmente quando há possibilidade de atingir populações humanas (Lei nº 12.334/2010, art. 3º, incisos I e II). Monitorar uma barragem significa acompanhar continuamente seu comportamento para identificar qualquer problema antes que ele se torne grave.

Com o passar do tempo, todas as barragens sofrem desgastes naturais e são influenciadas por chuvas intensas, variações do nível da água e condições do solo. Pequenos problemas podem surgir de forma lenta e quase imperceptível, como trincas, infiltrações ou falhas em equipamentos. A Lei nº 14.066/2020 reforça que a segurança das barragens deve ser avaliada de forma permanente, justamente para que esses sinais sejam identificados com antecedência e tratados antes de colocarem pessoas e o meio ambiente em risco.

O monitoramento preventivo permite agir antes que ocorra uma situação de emergência. A Resolução CNRH nº 241/2024 estabelece que o acompanhamento contínuo das barragens é essencial para identificar anomalias, avaliar riscos e definir medidas corretivas proporcionais ao perigo que a estrutura pode representar. Dessa forma, problemas podem ser corrigidos ainda em sua fase inicial, evitando acidentes de grandes proporções.

Para as comunidades à jusante, o monitoramento é especialmente importante porque ele está diretamente ligado à proteção da vida humana. Quando uma barragem apresenta risco mais elevado, a legislação determina a adoção de medidas adicionais de segurança, incluindo a elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE). Esse plano define como a população deve ser alertada e orientada em caso de risco iminente, e sua eficácia depende da identificação precoce de problemas na barragem (Lei nº 12.334/2010, art. 12, com alterações da Lei nº 14.066/2020).

Além dos riscos às pessoas, o rompimento de uma barragem pode causar sérios danos ao meio ambiente, afetando rios, áreas agrícolas, animais e fontes de água utilizadas pela população. A Política Nacional de Segurança de Barragens incorpora os princípios da prevenção e da precaução ambiental, reconhecendo que evitar o acidente é sempre a melhor solução. O monitoramento contínuo permite reduzir a probabilidade de danos ambientais graves e proteger os recursos naturais essenciais para a qualidade de vida das comunidades (Lei nº 12.334/2010).

No Estado do Paraná, o Instituto Água e Terra (IAT) é o órgão responsável por fiscalizar a segurança das barragens de uso múltiplo. A Portaria IAT nº 467/2023 estabelece que o monitoramento, as inspeções e o acompanhamento técnico das barragens são instrumentos essenciais para a atuação preventiva do órgão. Com base nessas informações, o IAT pode exigir correções, orientar os responsáveis pelas barragens e adotar medidas para reduzir riscos antes que situações críticas se desenvolvam.

Assim, o monitoramento das barragens deve ser entendido como uma ação de proteção coletiva, que beneficia diretamente as comunidades localizadas a jusante. Ao permitir a identificação precoce de problemas e a adoção de medidas preventivas, o monitoramento contribui para evitar acidentes, minimizar impactos ambientais e garantir maior segurança às pessoas, em conformidade com a legislação federal e estadual que rege a segurança de barragens no Brasil.



2.3 TOMADA DE DECISÕES BASEADA EM DADOS REAIS

A tomada de decisões baseada em dados reais, coletados diretamente em campo, constitui um dos pilares fundamentais da gestão eficaz da segurança de barragens. Informações obtidas por meio de inspeções regulares, instrumentos de monitoramento e registros técnicos confiáveis permitem compreender o comportamento estrutural e operacional das barragens ao longo do tempo, reduzindo incertezas e fortalecendo a capacidade de prevenção de acidentes. Decisões apoiadas em dados concretos são essenciais para garantir que as ações adotadas sejam tecnicamente adequadas, proporcionais ao risco identificado e alinhadas às condições reais da estrutura.

O monitoramento sistemático e periódico é indispensável para identificar alterações graduais ou repentinas no desempenho das barragens, muitas vezes imperceptíveis em avaliações isoladas. Processos como infiltrações, deformações, recalques, variações anormais do nível de água ou falhas em dispositivos de segurança tendem a se manifestar de forma progressiva. A coleta contínua de dados possibilita a análise de tendências, a comparação histórica de parâmetros e a detecção precoce de anomalias, criando condições para intervenções corretivas antes que essas alterações evoluam para situações de risco elevado.

A periodicidade adequada do monitoramento é tão relevante quanto a qualidade dos dados coletados. A ausência de medições regulares compromete a capacidade de identificar mudanças no comportamento da barragem e limita a eficácia das ações preventivas. Quando os dados são coletados de forma consistente ao longo do tempo, torna-se possível avaliar a estabilidade da estrutura frente a eventos críticos, como chuvas intensas ou longos períodos de operação, fornecendo subsídios técnicos sólidos para a tomada de decisão por parte dos responsáveis e do órgão fiscalizador.

A identificação antecipada de problemas, com base em dados confiáveis, permite indicar correções técnicas essenciais para a manutenção da integridade da barragem, como reforços estruturais, ajustes operacionais, melhorias nos sistemas de drenagem ou a revisão de procedimentos de segurança.

Essas medidas, quando adotadas de forma preventiva, apresentam menor custo, menor complexidade e maior efetividade do que ações emergenciais realizadas após a instalação de um cenário crítico.

Sob a perspectiva da proteção da vida humana, a tomada de decisões fundamentada em dados de campo é indispensável para reduzir a probabilidade de falhas estruturais e minimizar as consequências de eventuais incidentes. A segurança das populações a jusante depende diretamente da capacidade de identificar riscos em tempo hábil e de agir com base em informações técnicas confiáveis, assegurando que medidas preventivas sejam implementadas antes que haja ameaça concreta à integridade física das pessoas.

Do ponto de vista ambiental, decisões baseadas em dados reais também desempenham papel central na prevenção de impactos significativos aos ecossistemas e aos recursos hídricos. O rompimento ou o mau funcionamento de uma barragem pode comprometer rios, solos, áreas produtivas e habitats naturais. O monitoramento contínuo, associado à análise técnica dos dados coletados, permite antecipar situações de risco ambiental e adotar medidas corretivas que preservem o equilíbrio ecológico e a qualidade ambiental.

Nesse sentido, a gestão da segurança de barragens deve estar fundamentada em uma cultura técnica orientada por dados, na qual o monitoramento em campo, realizado com periodicidade adequada, sustente decisões responsáveis e preventivas. Essa abordagem é essencial para garantir a integridade das estruturas, proteger vidas humanas, preservar o meio ambiente e assegurar que a segurança de barragens seja tratada como um processo contínuo, baseado em evidências e boas práticas de engenharia e gestão de riscos.

3.

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO

3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO

3.1 Cadastro e Base de Dados

O cadastramento de Barragens no Paraná inicia-se com a inclusão de dados via SIGARH (Sistema de Informação para Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos) disponível no link **Outorga**.

Explicações sobre a forma de preenchimento podem ser acessadas na página da Outorga, no link **Outorga eletrônica de recursos hídricos / Instituto Água e Terra**.

Após o cadastro é feita a análise do pedido de outorga e, caso exista barramento para formação de um reservatório de acumulação de água o processo é encaminhado para o Setor de Segurança de Barragens, para que sejam feitas as considerações pertinentes ao tema e, em caso de necessidade, indicação de condicionantes que estarão elencadas na Portaria de Outorga.

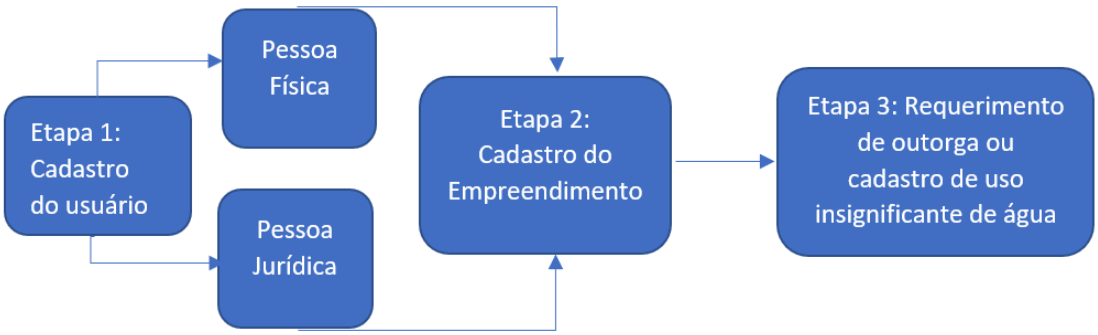


Figura 2: Fluxograma dos passos iniciais do pedido de outorga junto ao IAT

3.2 Consolidação das informações sobre as 3.000 barragens vistoriadas

Entre 2019 e 2025 foram estabelecidos entre o Instituto Água e Terra e o SIMEPAR, dois Contratos de Gestão para a realização de visitas técnicas e coleta de dados nas barragens selecionadas, considerando os seguintes critérios:

O Anexo 1 demonstra o fluxograma das ações desenvolvidas desde a seleção das barragens para serem visitadas até a sua classificação geral e solicitação, junto aos empreendedores, da documentação exigida pela legislação vigente.



Figura 3: Critérios de priorização das barragens a serem vistoriadas

3.3 Critérios técnicos para determinar o CRI, DPA e a Classificação da barragem

A Categoria de Risco (CRI) foca na probabilidade de uma barragem falhar devido às suas condições técnicas e o estado de conservação, enquanto o Dano Potencial Associado (DPA) foca na gravidade das consequências caso ocorra um rompimento, independentemente da chance dele acontecer.

Tabela 1: Síntese sobre as caracteristicas do CRI e do DPA

Característica	Categoria de Risco (CRI)	Dano Potencial Associado (DPA)
Definição	Expressa a probabilidade de ocorrência de falhas ou acidentes.	Representa a magnitude dos impactos de um eventual rompimento.
Fatores Avaliados	Aspectos técnicos do projeto, construção, operação, manutenção e estado de conservação.	Perda de vidas humanas, impactos socioeconômicos e danos ambientais a jusante (abaixo da barragem).
Independência	Depende diretamente da integridade da estrutura.	É avaliado independentemente da probabilidade de a barragem romper.

3.3.1 Entendendo a Categoria de Risco (CRI)

A CRI é um instrumento que avalia a "saúde" da estrutura. Ela ajuda a definir quais barragens precisam de fiscalização prioritária com base no seu estado físico.

- Risco Alto: Indica barragens com maior probabilidade de falha por deficiências construtivas, anomalias ou falta de manutenção.
- Risco Médio: No Paraná, a maioria das barragens (77,48%) está nesta categoria, exigindo acompanhamento permanente para que não evoluam para condições críticas.
- Risco Baixo: Estruturas que apresentam boas condições e manutenção adequada.

3.3.2 Entendendo o Dano Potencial Associado (DPA)

O DPA olha para o que está no caminho da água caso a estrutura falhe. Ele orienta a preparação para emergências.

- DPA Alto: Onde o rompimento pode causar perdas de vidas humanas e danos severos ao meio ambiente e à economia.
- DPA Médio e Baixo: Áreas com menor densidade populacional ou infraestruturas menos sensíveis.



Figura 4: Métricas de Segurança de Barragens

3.3.1 Por que essa distinção é importante?

A combinação da CRI e do DPA resulta na Classificação Geral da barragem (que varia de Classe A a D). Essa classificação integrada é que define quais documentos o proprietário deve apresentar, como o Plano de Segurança de Barragens (PSB) ou o Plano de Ação de Emergência (PAE).

Por exemplo, barragens com DPA médio ou alto são obrigadas por lei a ter um Plano de Ação de Emergência, justamente pela gravidade do impacto potencial, mesmo que o seu risco de ruptura (CRI) seja considerado baixo.

Tabela 2: Principais instrumentos da Política de Segurança de Barragens

Sigla	Instrumento	Descrição
CRI	Categoria de Risco	Classificação que expressa a probabilidade de ocorrência de falhas ou acidentes em uma barragem, considerando aspectos técnicos relacionados ao projeto, à construção, à operação, à manutenção e ao estado de conservação da estrutura, conforme a Lei nº 12.334/2010 e a Resolução CNRH nº 241/2024.
DPA	Dano Potencial Associado	Classificação que representa a magnitude dos impactos decorrentes de um eventual rompimento ou mau funcionamento da barragem, independentemente da probabilidade de ocorrência, considerando perdas de vidas humanas, impactos socioeconômicos e danos ambientais, conforme a legislação vigente.
PSB	Plano de Segurança de Barragens	Instrumento que reúne informações técnicas, procedimentos e registros necessários para assegurar a integridade estrutural e a operação segura da barragem ao longo de sua vida útil, incluindo inspeções, monitoramento, manutenção e definição de responsabilidades do empreendedor.
PAE	Plano de Ação de Emergência	Instrumento obrigatório para barragens com DPA médio ou alto, que estabelece as ações a serem adotadas em situações de emergência, visando à proteção da população, à redução de danos e à articulação com os sistemas de Defesa Civil.

Fonte: Lei nº 12.334/2010; Lei nº 14.066/2020; Resolução CNRH nº 241/2024; Portaria IAT nº 467/2023.

3.4 Elaboração das manchas de inundação

A determinação da mancha de inundação **[5]** e do perigo hidrodinâmico **[6]** (variável que integra a profundidade e a velocidade da água), é fundamental para a segurança das populações à jusante, pois delimita a área geográfica atingida em um eventual cenário de ruptura. Sem esse mapeamento, torna-se impossível prever com precisão os riscos para comunidades, infraestruturas e áreas ambientais, o que torna as manchas um instrumento essencial para o planejamento de retirada, a mitigação de desastres e o subsídio de ações da Defesa Civil e do ordenamento territorial.

Para atendimento desta etapa foram estabelecidas duas frentes de trabalho: uma no SIMEPAR, formada por equipe exclusiva composta por cinco (05) técnicos para geração das manchas de inundação; e outra no IAT, formada por um Geógrafo do Núcleo de Informação Geográfica (NIG).

Com a finalização do Contrato de Gestão entre o IAT e o SIMEPAR as novas demandas para geração de manchas de inundação e definição do perigo hidrodinâmico serão atendidas pelo NGI.

[5] Mancha de Inundação:

É a delimitação da **área geográfica que seria atingida pela água** em um eventual cenário de ruptura de uma barragem. Ela constitui um produto técnico essencial para subsidiar o **planejamento de ações de emergência**, a atuação da Defesa Civil e o ordenamento territorial. A sua elaboração permite prever com precisão quais comunidades, infraestruturas e áreas ambientais estariam em risco, servindo como base para instrumentos como o Plano de Ação de Emergência (PAE).

[6] Perigo Hidrodinâmico:

É uma variável técnica que considera, de forma integrada, **a profundidade e a velocidade** que a água pode atingir em caso de inundação. Esse indicador é utilizado para determinar o risco de perda de vidas humanas, seguindo metodologias definidas em guias de boas práticas reconhecidos pelos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens.



Figura 5: Importância da mancha de inundação

4.

RESULTADOS DO MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO

4. RESULTADOS DO MONITORAMENTO E FISCALIZAÇÃO

4.1 Panorama geral

O período compreendido entre os anos de 2019 a 2025 foi extremamente produtivo quanto à coleta de dados e organização desta informação para possibilitar o monitoramento mais intensivo das barragens efetivamente prioritárias.

Especificamente em 2025 foi encerrado um ciclo que possibilitou a vistoria de aproximadamente 3.000 barragens, sua classificação e a geração de suas respectivas manchas de inundação, além dos procedimentos de notificação junto aos empreendedores para apresentação da documentação exigida pela legislação vigente.

4.2 Integração com o SIMEPAR

A parceria estratégica entre o Instituto Água e Terra (IAT) e o SIMEPAR, formalizada por meio de Contratos de Gestão, representa um modelo de eficiência técnica e administrativa que transformou a segurança de barragens no Paraná em uma referência nacional. Essa cooperação une a responsabilidade legal do IAT como órgão fiscalizador à capacidade operacional e tecnológica do SIMEPAR para a execução de atividades de campo essenciais.

4.2.1 Otimização das ações de fiscalização

O principal resultado dessa união foi a viabilização de um volume massivo de vistorias técnicas. Entre 2019 e 2025, o estabelecimento de dois Contratos de Gestão permitiu a consolidação de informações sobre aproximadamente 3.000 barragens vistoriadas no estado.

Essa estrutura operacional permitiu ao Paraná alcançar e manter a liderança nacional em fiscalizações de campo, realizando 968 vistorias em 2023, 703 em 2024 e 361 em 2025. Sem essa parceria técnica, seria difícil para o órgão ambiental, com o atual número de técnicos (03) da equipe, atingir a capilaridade na coleta de todos os dados da barragem, em especial a altura do maciço e o volume do reservatório, medidas estas essenciais para viabilizar a elaboração das manchas de inundação.

4.2.2 Potencialização dos resultados técnicos das ações de fiscalização

A atuação conjunta permite que a fiscalização seja direcionada por critérios técnicos inteligentes, priorizando as estruturas que oferecem maior risco à sociedade. O SIMEPAR atuou na coleta de dados in loco focando em:

- Barragens com mais de 1 hectare de lâmina d'água, garantindo que as maiores estruturas sejam monitoradas.
- Barragens em áreas urbanas, visando a proteção imediata de vidas e patrimônios.
- Barragens em cascata, onde a falha de uma estrutura pode gerar um efeito dominó de maiores impactos no caso de rompimento.

4.2.3 Subsídio para a tomada de decisão

A importância desse apoio técnico reside na transformação de dados reais coletados em campo em inteligência estratégica.

As informações obtidas pelo SIMEPAR alimentam o banco de dados do IAT, permitindo:

- Classificação precisa quanto à Categoria de Risco (CRI) e ao Dano Potencial Associado (DPA), e consequentemente da Classificação Geral da Barragem.
- Identificação precoce de anomalias, reduzindo incertezas e permitindo intervenções corretivas antes que incidentes evoluam para acidentes.
- Elaboração de manchas de inundação, produtos técnicos vitais para que a Defesa Civil e os municípios planejem ações de emergência e ordenamento territorial.

4.2.4 Inovação tecnológica e inteligência geoespacial

Um dos pilares do sucesso deste trabalho foi a identificação de lâminas d'água por sensoriamento remoto. Essa tecnologia permitiu:

- Mapeamento em larga escala: Diante da existência de milhares de massas d'água no Estado, o uso de imagens de satélite e modelos digitais de terreno (MDTs) foi essencial para localizar e triar as estruturas prioritárias para o IAT.
- Priorização Técnica: A tecnologia foi fundamental para aplicar o critério de seleção de barragens com lâmina d'água superior a 1 hectare, garantindo que o esforço de fiscalização focasse nas estruturas com maior volume e potencial de impacto.

4.2.5 Apoio ao fortalecimento do Marco Regulatório Nacional

A expertise técnica do SIMEPAR na análise da metodologia aplicada às barragens também serviu como base para o apoio à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) no refinamento da:

- Metodologia Simplificada de DPA: A colaboração foi essencial para o estabelecimento de critérios técnicos e metodológicos simplificados para a determinação do Dano Potencial Associado (DPA).
- Eficiência na Classificação: Esse suporte metodológico permitiu que o IAT/PR realizasse um volume expressivo de classificações anuais, posicionando o estado como um dos que mais reduzem o passivo de barragens sem classificação no País.

A parceria via Contratos de Gestão promoveu um acréscimo substancial no banco de dados das barragens no Paraná e permitiu que o IAT focasse em sua atribuição de autoridade fiscalizadora e reguladora, enquanto o SIMEPAR forneceu apoio técnico para que o estado gerencie seu universo de barragens com base em evidências reais.

Esta estratégia que o Paraná adotou é única no Brasil, e criou uma forma de trabalho diferente dos outros órgãos fiscalizadores, que realizam as vistorias exclusivamente com equipes próprias dos seus quadros de servidores.

4.3 Integração com a Defesa Civil

A parceria estratégica entre o Instituto Água e Terra (IAT) e a Defesa Civil é um pilar fundamental para a consolidação da segurança de barragens no Paraná, sendo essencial para transformar dados técnicos em ações concretas de proteção à vida e ao patrimônio. Enquanto o IAT atua como órgão fiscalizador e gestor técnico, a Defesa Civil é o braço operacional de resposta e proteção comunitária, e essa integração otimiza a gestão de riscos de maneira preventiva e eficiente.

4.3.1 Subsídio Técnico para o Planejamento de Emergência

A atuação conjunta potencializa os resultados a partir do compartilhamento de produtos técnicos essenciais. As vistorias de campo e estudos realizados pelo IAT fornecem informações vitais, como:

- Manchas de Inundação: Mapas detalhados que delimitam as áreas potencialmente atingidas em caso de ruptura, permitindo que a Defesa Civil elabore planos de contingência municipais precisos.
- Classificação de DPA e CRI: A identificação de barragens com alto Dano Potencial Associado (DPA) e Categoria de Risco (CRI) define quais estruturas devem ser tratadas como prioridade máxima para o sistema de proteção e defesa civil.
- Dados de Monitoramento: A identificação precoce de anomalias pelo IAT serve como gatilho para o acionamento célere de alertas e orientações à população.

4.3.2 Otimização do Plano de Ação de Emergência (PAE)

O PAE é o instrumento onde essa parceria mais se destaca. Para barragens de DPA médio ou alto, a lei exige que o empreendedor articule o plano diretamente com a Defesa Civil.

Neste sentido, foram realizadas tratativas entre o IAT e a Defesa Civil no sentido de definir a responsabilidade da verificação de conformidade da documentação apresentada pelo empreendedor, ficando a Defesa Civil responsável pela análise do PAE e o IAT pela análise do PSB (exceto a parte referente ao PAE, que deve estar incluído dentro do PSB).

A integração entre os órgãos garante que os procedimentos de alerta, rotas de fuga e pontos de encontro sejam tecnicamente viáveis e conhecidos pelos moradores da Zona de Autossalvamento (ZAS).

4.3.3 Gestão de crise e comunicação integrada

Em situações de incidentes ou acidentes, a parceria tem sido operacionalizada por meio de comunicação entre técnicos do IAT e da Defesa Civil, agregando os empreendedores naqueles casos em que os responsáveis pela elaboração do PSB e do PAE puderem ser contatados.

Essa articulação evita a subnotificação de ocorrências e garante que medidas corretivas sejam adotadas no momento em que ocorrem, potencializando a adoção de medidas que minimizem os potenciais impactos negativos que podem ser gerados pelo rompimento de uma barragem.

4.3.4 Fortalecimento da prevenção e do planejamento urbano

Os avanços na integração entre os órgãos também impactam ações de longo prazo mediante a adoção de estratégias:

- Planejamento Territorial: A inclusão de dados de risco de barragens em instrumentos de planejamento urbano, evitando a ocupação de áreas de risco à jusante.
- Sistemas Integrados: A adoção de sistemas de informação compartilhados entre o IAT e a Defesa Civil, que agilizam o envio de dados e alertas aos moradores em áreas de impacto potencial.
- Capacitação: A promoção de debates e treinamentos conjuntos que fomentam a cultura de segurança e gestão de riscos em todas as esferas do governo.

Dessa forma, a sinergia entre o conhecimento técnico do IAT e a capacidade de articulação da Defesa Civil garante que a segurança de barragens no Paraná não seja apenas um processo administrativo, mas uma política pública robusta voltada para a proteção da sociedade e do meio ambiente.

4.4 Principais usos para a água dos reservatórios

Durante a coleta de dados houve a indicação de quais os principais usos para a água do reservatório, porém, muitas vezes o entrevistado indicava mais de um uso para o mesmo reservatório, o que causou uma sobreposição de informações.

A gestão de barragens que atendem a diversas finalidades simultaneamente (usos múltiplos) é um desafio comum na administração de recursos hídricos, pois a sobreposição de funções como irrigação, lazer e dessedentação animal dificulta a fragmentação precisa de porcentagens para cada atividade.

Visando resolver essa complexidade e padronizar a gestão técnica e fiscalizatória, será feita uma reclassificação, indicando o Uso Principal.

Com base nos dados coletados nas vistorias, em relação ao uso da água do reservatório, 53% das barragens cadastradas no IAT foram classificadas como paisagismo/lazer, 19% como uso para aquicultura, 16% para irrigação e 12% para outras (lembrando que uma mesma barragem pode ter mais de uma finalidade).

O monitoramento das barragens permite compreender o valor socioeconômico e a versatilidade dessas estruturas na gestão hídrica do estado.



Figura 6: Principais usos da água dos reservatórios

- 53% dos reservatórios são destinados a fins paisagísticos, recreativos ou atividades de lazer.
- 19% dos reservatórios são voltados para a criação de peixes e outros organismos aquáticos, impulsionando a produção local.
- Em 16% há um uso estratégico da água para garantir a produtividade agrícola do estado.
- E 12% engloba funções vitais como abastecimento público, regularização de vazões para controle de cheias e dessedentação animal.

É importante ressaltar que uma mesma barragem pode ter mais de uma finalidade cadastrada, funcionando de forma integrada.

4.5 Categoria de Risco (CRI)

A Categoria de Risco (CRI) é um dos principais instrumentos de avaliação da segurança de barragens, pois expressa a probabilidade de ocorrência de falhas associadas às características técnicas da estrutura, ao estado de conservação, aos procedimentos operacionais e às condições de manutenção. A classificação quanto à CRI subsidia a definição das ações de fiscalização, monitoramento e priorização de intervenções, constituindo elemento central da Política Nacional de Segurança de Barragens.

Os resultados das vistorias realizadas no Estado do Paraná (Figura 1) indicam que a maior parte das barragens avaliadas se enquadra na Categoria de Risco Médio, totalizando 2.272 estruturas, o que corresponde a 77,60% do universo analisado. Esse resultado evidencia que, embora a maioria das barragens não apresente risco iminente de falha, há necessidade permanente de acompanhamento técnico, uma vez que estruturas classificadas como risco médio podem evoluir para condições mais críticas caso não sejam mantidos procedimentos adequados de operação, manutenção e monitoramento.

As barragens classificadas como Categoria de Risco Alto somam 505 estruturas, representando 17,24% do total vistoriado. Esse percentual é relevante do ponto de vista da gestão da segurança, pois indica a existência de um conjunto significativo de barragens que demandam atenção prioritária do órgão fiscalizador e dos empreendedores. Barragens enquadradas nessa categoria apresentam maior probabilidade de falha, seja em razão de deficiências construtivas, ausência ou precariedade de instrumentos de monitoramento, falhas operacionais ou histórico de anomalias, exigindo ações corretivas, intensificação das inspeções e, quando aplicável, a adoção de medidas emergenciais.

Por sua vez, apenas 151 barragens, correspondentes a 5,16%, foram classificadas como Categoria de Risco Baixo. Esse resultado reforça que a condição de baixo risco é menos frequente no conjunto de estruturas existentes no Estado, refletindo, em muitos casos, a idade das barragens, a diversidade de padrões construtivos e a necessidade de aprimoramento contínuo das práticas de gestão e manutenção.

Mesmo nessas situações, a legislação estabelece que a segurança da barragem deve ser acompanhada de forma sistemática, ainda que com exigências proporcionais ao risco identificado.

A predominância de barragens classificadas como risco médio e alto evidencia a importância de uma estratégia de fiscalização baseada em dados técnicos, priorização de esforços e acompanhamento contínuo. A Categoria de Risco, quando analisada em conjunto com o Dano Potencial Associado, permite ao Instituto Água e Terra direcionar suas ações de forma mais eficiente, concentrando recursos nas estruturas que apresentam maior probabilidade de falha e maior necessidade de intervenções preventivas.

Nesse contexto, os resultados das vistorias representam um avanço significativo para a gestão da segurança de barragens no Paraná, ao fornecer um diagnóstico abrangente e atualizado das condições das estruturas existentes. A consolidação dessas informações fortalece a tomada de decisão baseada em evidências, contribui para a redução de riscos à vida humana e ao meio ambiente e estabelece bases sólidas para o planejamento das ações de monitoramento, fiscalização e melhoria contínua da segurança das barragens no Estado.

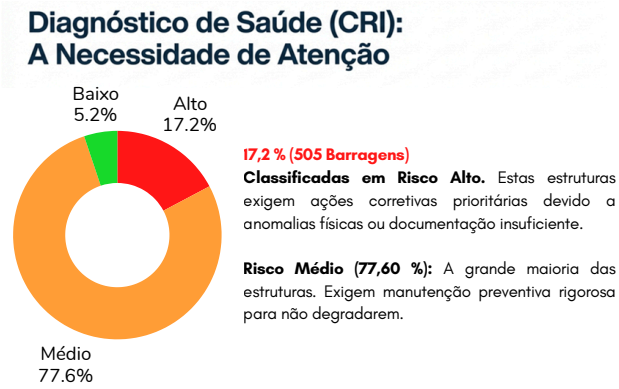


Figura 7: Categoria de Risco das barragens visitadas entre 2019 e 2025



17,2 %

em Risco Alto.

505 barragens demandam atenção prioritária e ações corretivas devido a maior probabilidade de falha.

4.6 Dano Potencial Associado (DPA)

O Dano Potencial Associado (DPA) é um dos principais parâmetros utilizados na avaliação da segurança de barragens, pois expressa a gravidade das consequências que podem ocorrer em caso de ruptura ou mau funcionamento da estrutura, independentemente da probabilidade de falha. Esse indicador considera, entre outros aspectos, a existência de população a jusante, a presença de infraestruturas, atividades econômicas, áreas ambientalmente sensíveis e o potencial de impactos socioambientais. Dessa forma, o DPA orienta a priorização das ações de fiscalização, prevenção e resposta a emergências.

Os resultados das vistorias realizadas no Estado do Paraná (Figura 2) demonstram que 696 barragens, correspondentes a 24,00%, não foram classificadas em relação ao DPA, o que demanda um esforço adicional para que as mesmas sejam definidas o quanto antes.

As barragens classificadas com DPA Baixo totalizam 1.117 estruturas, representando 38,51% do universo vistoriado. Nessas situações, embora existam elementos passíveis de impacto à jusante, as consequências esperadas de um eventual rompimento tendem a ser limitadas, seja em razão da baixa densidade populacional, da menor relevância das infraestruturas atingidas ou da reduzida sensibilidade ambiental da área. Ainda assim, essas barragens demandam atenção contínua, especialmente no que se refere à manutenção e ao monitoramento preventivo.

No caso das barragens com DPA Médio, foram identificadas 477 estruturas, equivalentes a 16,44% do total avaliado. Esse grupo representa um conjunto expressivo de barragens que, em caso de falha, podem gerar impactos significativos sobre a população, o meio ambiente ou atividades econômicas relevantes. Para essas estruturas, a legislação prevê exigências mais rigorosas quanto à gestão da segurança, incluindo maior detalhamento dos estudos técnicos, intensificação do monitoramento e, quando aplicável, a elaboração de instrumentos de preparação para situações de emergência.

As barragens classificadas com DPA Alto correspondem a apenas 29 estruturas, o que representa 1,0% do total vistoriado. Embora numericamente reduzido, esse grupo merece atenção prioritária, uma vez que o rompimento de uma barragem com alto DPA pode resultar em perdas significativas de vidas humanas, danos ambientais severos e impactos socioeconômicos de grande magnitude. Nessas situações, a atuação preventiva do órgão fiscalizador e o rigor no cumprimento das obrigações legais são fundamentais para a redução dos riscos.

A distribuição dos resultados evidencia que a maioria das barragens vistoriadas no Paraná apresenta DPA inexistente ou baixo, o que reflete, em parte, a localização de muitas estruturas em áreas com baixa ocupação a jusante. No entanto, a existência de barragens com DPA médio e alto reforça a necessidade de uma abordagem diferenciada e proporcional ao potencial de dano, conforme preconizado pela legislação de segurança de barragens.

Nesse contexto, o levantamento e a consolidação das informações relativas ao Dano Potencial Associado representam um avanço relevante para a gestão da segurança de barragens no Estado do Paraná. Esses dados permitem ao Instituto Água e Terra planejar e priorizar suas ações de fiscalização, monitoramento e prevenção, direcionando esforços para as estruturas que apresentam maior potencial de impacto, com vistas à proteção da vida humana, à preservação do meio ambiente e à redução de danos socioeconômicos em caso de incidentes

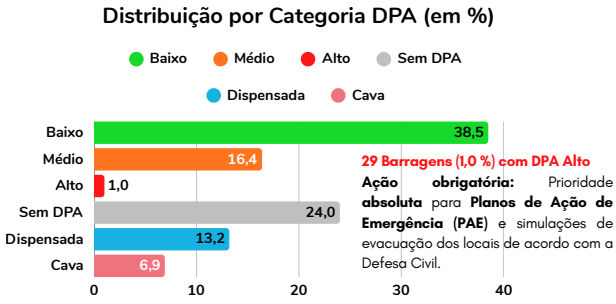


Figura 8: Dano Potencial Associado das barragens visitadas entre 2019 e 2025



1,0 %

com DPA Alto.

Embora sejam apenas **29** barragens, este grupo é a prioridade máxima para a Defesa Civil e para os Planos de Ação de Emergência (PAE).

4.7 Classificação geral das barragens

A classificação geral das barragens é um instrumento fundamental da Política Nacional de Segurança de Barragens, pois consolida, de forma integrada, as informações relativas à Categoria de Risco e ao Dano Potencial Associado, permitindo enquadrar cada estrutura em classes que orientam as exigências técnicas, os níveis de monitoramento e as prioridades de fiscalização. Essa classificação, conforme Resolução CNRH nº 241/2024 (Anexo 2), constitui a base para a definição das obrigações do empreendedor e para a atuação do órgão fiscalizador.

Os resultados das vistorias realizadas no Estado do Paraná (Figura 3) indicam que 691 barragens, correspondentes a 23,7%, encontram-se sem classificação definida. Esse resultado reflete, em grande medida, a ausência ou insuficiência de informações técnicas necessárias para o enquadramento definitivo das estruturas, destacando a importância do avanço das ações de fiscalização, do aprimoramento cadastral e da regularização documental para a consolidação da gestão da segurança de barragens no Estado.

Entre as barragens que já possuem classificação definida, observa-se a predominância da Classe D, com 1.139 estruturas, equivalentes a 39,3% do total vistoriado. As barragens enquadradas nessa classe são, em geral, aquelas que apresentam menor combinação entre risco e potencial de dano, estando sujeitas a exigências proporcionais à sua classificação. Ainda assim, a legislação estabelece que essas estruturas devem manter condições mínimas de segurança, com monitoramento e manutenção compatíveis com suas características.

As barragens classificadas como Classe C somam 410 estruturas, representando 14,1% do universo avaliado. Esse grupo reúne barragens que demandam maior atenção do ponto de vista da gestão da segurança, em razão de níveis intermediários de risco e/ou de dano potencial. Para essas estruturas, a atuação do órgão fiscalizador e o cumprimento das obrigações legais pelo empreendedor são essenciais para evitar a evolução de condições adversas e garantir a integridade das barragens ao longo do tempo.

As barragens enquadradas nas Classes B e A correspondem, respectivamente, a 51 estruturas (1,8%) e 28 estruturas (1,0%). Embora representem uma parcela reduzida do total, essas classes concentram as barragens que apresentam as combinações mais críticas de risco e dano potencial. Nesses casos, a legislação impõe exigências mais rigorosas, incluindo maior frequência de inspeções, monitoramento intensivo, elaboração e manutenção de planos específicos de segurança e, quando aplicável, instrumentos de preparação e resposta a emergências.

Ainda foram definidas 199 estruturas constituídas por Cavas (6,9%) e 383 estruturas (13,2%) que foram dispensadas da apresentação de documentação.

A distribuição das barragens por classe evidencia que a maior parte das estruturas vistoriadas se encontra nas classes de menor criticidade ou ainda carece de classificação definitiva. No entanto, a existência de barragens enquadradas nas classes mais elevadas reforça a necessidade de uma abordagem preventiva, técnica e proporcional ao risco, com foco na priorização das ações de fiscalização e no acompanhamento contínuo das estruturas mais sensíveis.

Nesse contexto, os resultados das vistorias representam um avanço relevante para a consolidação da segurança de barragens no Paraná, ao permitir o mapeamento das estruturas segundo critérios técnicos padronizados. A classificação geral das barragens fornece subsídios fundamentais para o planejamento das ações do Instituto Água e Terra, orientando a alocação de recursos, a definição de prioridades e a adoção de medidas preventivas, com o objetivo de reduzir riscos à vida humana, proteger o meio ambiente e fortalecer a gestão da segurança de barragens no Estado.

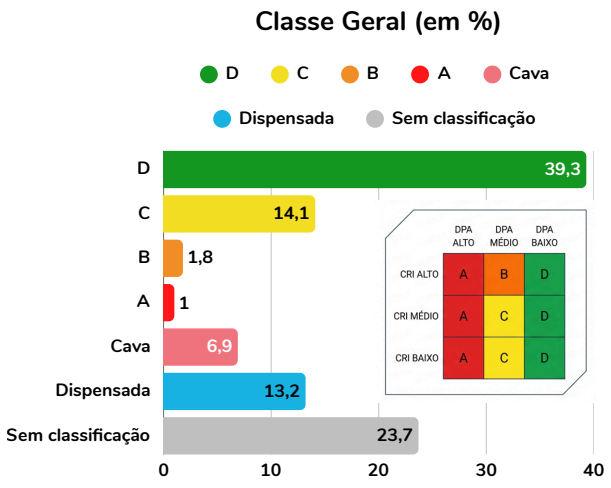


Figura 9: Matriz de classificação geral das barragens

4.8 Barragens dispensadas da apresentação de documentação

Em conformidade com o artigo 9º da Portaria 467/2023, de 6 de novembro de 2023, que estabeleceu critérios objetivos para a dispensa da obrigatoriedade de apresentação documental, e com o objetivo de aprimorar a gestão da segurança das barragens, visando a priorização das barragens a serem fiscalizadas, forma analisadas as barragens que não se enquadram na Política Nacional de Segurança de Barragens e que estavam dentro dos seguintes parâmetros, sendo consideradas passíveis de dispensa:

- Lâmina d'água inferior a 50.000 m^2;
- Altura inferior a 5,0 m;
- Volume acumulado inferior a 100.000 m^3.

Ressalta-se que além dos critérios anteriores a barragem precisava apresentar DPA Baixo e CRI Médio ou Baixo, além de situar-se em área rural. Como resultado da aplicação desses critérios, 222 barragens foram dispensadas da apresentação de documentação no ano de 2025 (Anexo 3), desde que mantidas suas condições estruturais e operacionais verificadas durante as vistorias.

Entre 2023 e 2025 as barragens dispensadas de apresentar documentação totalizam 383 estruturas.

4.9 Manchas de inundação

O conteúdo sobre as manchas de inundação (item 4.9) foi integralmente elaborado pela equipe do SIMEPAR e contempla o detalhamento apresentado a seguir.

4.9.1 Planejamento

Os processos preliminares à geração das manchas de inundação para fins de classificação de DPA foram referentes a treinamentos e capacitação dos analistas envolvidos, com a demonstração dos procedimentos da Nova Metodologia Simplificada (NMS) e da Metodologia de Classificação de DPA (DPA+), bem como apresentação das mudanças na legislação e na metodologia utilizada anteriormente - Metodologia Simplificada (versão 1.0) - no eSTAGio_Barragens_01.

4.9.2 Definição da Metodologia de Classificação de Dano Potencial Associado (DPA)

A Nova Metodologia Simplificada (versão 2.0), oficializada em 2023, que tem como objetivo a geração de manchas de inundação para a simulação de rompimento de barragens de pequeno porte, considerando reservatórios com até 20 hm^3 (hectômetros cúbicos) de volume, é o produto final resultante de um contrato celebrado entre a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e empresa de consultoria. O contrato é parte do projeto 914BRZ2022 firmado entre a ANA, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e a Agência Brasileira de Cooperação (ABC).

A Nova Metodologia Simplificada (2.0) demanda a utilização de dados e de parâmetros de entrada necessários à modelagem da mancha de inundação. Alguns destes parâmetros são constantes, sendo incorporados automaticamente no método e nos cálculos realizados, e outros são variáveis, demandando a definição do modelador/analista para a sua operação.

Como dados e parâmetros de entrada do modelo e metodologias para classificação foram definidos:

- Referência topográfica: Modelo Digital de Terreno (MDT) de 20 metros para o estado do Paraná, gerado pelo Laboratório de Pesquisa Aplicadas em Geomorfologia e Geotecnologias (LAGEO/UFPR, 2017);
- Equação da Vazão de Pico (para o cálculo da extensão máxima do trecho de rio nos casos de barragens que não se enquadram no DPA+): Froehlich (1995) para barragens de terra e/ou enrocamento - válido para barragens com impactos em áreas urbanas e/ou com mais de 0,2 hm^3 de volume ou 15 m de altura;
- Coeficiente de Manning: 0,035 (valor normal para rios limpos, pouco sinuosos e com alguns matacões e pedras).

Para obter esses parâmetros citados acima, foram realizadas simulações de geração de manchas de inundação em diferentes barragens que variam em extensão da mancha de acordo com o volume, nas suas especificidades, barragens em cascata e na área em que se encontra o barramento, urbana ou rural. Realizaram-se também reuniões com a equipe do projeto para a definição da estrutura operacional DPA e prioridades.

Ao todo 103 simulações para 21 barragens distintas (Figura 10) foram realizadas, levando em conta estrutura (altura e volume), localização (rural, urbana) e condições geográficas (em diversas regiões do estado do Paraná e em diferentes contextos topográficos). Para esses testes, utilizaram-se relatórios de visita aprovados no Projeto eSTAGio_Barragens_01 e selecionadas de forma randômica.

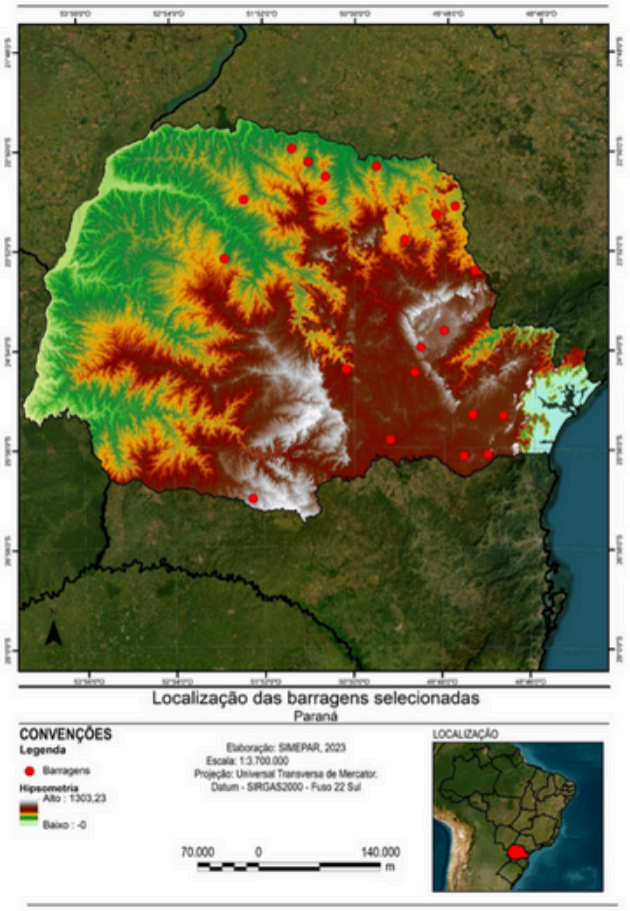


Figura 10: Localização das barragens utilizadas nas simulações

Os testes realizados incluíram simulações referentes ao uso de diferentes MDEs (COPDEM 30 m, Lageo/Copel/AguasParana 20 m, imagens LiDAR de 1 m), de parâmetros de entrada do modelo (Equação de Vazão de Pico com as fórmulas de Froehlich, Pierce e Simplificada) e Coeficiente de Manning (variando entre 0,030 e 0,100), além das seções digitalizadas, tanto em relação à quantidade, quanto ao posicionamento.

Ademais, foram realizadas simulações utilizando diferentes metodologias e modelos de geração de manchas de inundação. As metodologias testadas foram Metodologia Simplifica 1.0 (ANA/LNEC, 2014), a Nova Metodologia Simplificada 2.0 (Tschiedel, 2023a), e o DAMBREAK Model.

Além das definições dos parâmetros de entrada para a modelagem, esta etapa contou também com a proposta das Metodologias de Classificação DPA+ e DPA++.

O método DPA+ sugere uma extensão máxima do corpo hídrico como critério de parada e de análise da mancha de inundação (Tabela 3). A proposta se baseia no resultado dos testes realizados com as diferentes metodologias, modelos paramétricos e outros dados de entrada e considerando o contexto e a caracterização das barragens de acumulação de água no estado do Paraná.

Volume do Reservatório	Critério
$V \leqslant 0{,}02\ hm^3$	Análise da mancha de inundação até 2 quilômetros de extensão ou conforme a Equação da Vazão de Pico
$0{,}02 \leqslant V < 0{,}2\ hm^3$	Análise da mancha de inundação até 5 quilômetros de extensão ou conforme a Equação da Vazão de Pico
$V \geqslant 0{,}2\ hm^3$	Análise da mancha de inundação até 20km ou conforme a Equação da Vazão de Pico

Tabela 3: Critérios de análise do DPA+

O DPA++ incorpora os critérios de parada e de análise da mancha de inundação detalhados no DPA+ e incorpora um fator de correção para áreas rurais, considerando o valor de 0,8 na pontuação do quadro de classificação de DPA para barragens e manchas de inundação que não afetam diretamente áreas urbanas ou urbanizadas.

Realizando-se, então, as simulações das 21 barragens definidas utilizando 5 cenários diferentes, foi possível obter uma forma de comparação das metodologias disponíveis e definir àquela a ser aplicada na seguinte etapa de Classificação do DPA das barragens visitadas.

Os 5 cenários simulados foram:

- Metodologia Simplificada 1.0 (ANA/LNEC) + Matriz de Classificação quanto ao Dano
- Potencial Associado (acumulação de água) – Resolução CNRH 143/2012;
- Nova Metodologia Simplificada 2.0 (Tschiedel, 2023a) + Matriz de Classificação quanto ao Dano Potencial Associado (acumulação de água) – Resolução CNRH 143/2012;
- Nova Metodologia Simplificada 2.0 (Tschiedel, 2023a) + Matriz de Classificação por Dano Potencial Associado – proposição CTSB (atualmente em vigor através da Resolução nº 241/2024);
- Nova Metodologia Simplificada 2.0 (Tschiedel, 2023a) + DPA+ + Matriz de Classificação por Dano Potencial Associado – proposição CTSB (atualmente em vigor através da Resolução nº 241/2024);
- Nova Metodologia Simplificada 2.0 (Tschiedel, 2023a) + DPA++ + Matriz de Classificação por Dano Potencial Associado – proposição CTSB (atualmente em vigor através da Resolução nº 241/2024);

Os resultados dessas simulações estão descritos na Figura 11, onde é possível visualizar um resumo das classificações quanto ao Dano Potencial Associado das 21 barragens executando os 5 cenários.

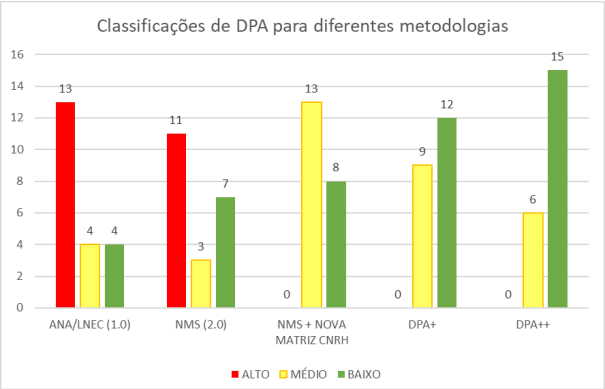


Figura 11: Distribuição das classificações de DPA considerando diferentes metodologias

Por fim, fundamentando-se nos testes realizados e em seus respectivos resultados, serão considerados os seguintes dados e parâmetros de entrada para a geração das manchas de inundação:

- Referência topográfica: Modelo Digital de Terreno (MDT) de 20 metros para o estado do Paraná;
- Equação da Vazão de Pico: Froehlich (1995) para barragens de terra e/ou enrocamento;
- Coeficiente de Manning: 0,035 (valor normal para rios limpos, pouco sinuosos e com alguns matacões e pedras);
- Metodologia de Classificação: DPA+
- Enquadramento de Perigo Hidrodinâmico: Classificação de Teresa Viseu para humanos.

Os casos que não se enquadram nesses critérios serão tratados no tópico sobre as especificidades.

4.9.3 Aplicação da Nova Metodologia Simplificada (2.0) e do DPA+

As rotinas da Nova Metodologia Simplificada (NMS) estão fundamentadas nas informações obtidas por meio das visitas técnicas realizadas pelos engenheiros de campo do SIMEPAR – localização e altura do barramento e volume do reservatório. Após a localização da barragem a ser modelada no Mapa Base da ESRI do software ArcGis e do preenchimento dos dados de entrada na planilha de cálculo hidráulico (altura e volume), os demais procedimentos estão relacionados ao uso de ferramentas básicas GIS e à execução de ferramentas específicas no ModelBuilder da metodologia.

Após a delimitação do trecho de rio a ser modelado considerando a Equação da Vazão de Pico ou o limite em 2, 5 ou 20km (quilômetros), conforme o volume ou a altura da barragem, e a digitalização das seções transversais, os procedimentos subsequentes subdividem-se em quatro etapas, sintetizadas a seguir.

A primeira ferramenta Rio_Secoes é empregada para a obtenção das cotas do Modelo Digital de Elevação (MDE) nos trechos interceptados pelas seções transversais em toda a sua extensão, da cota mais elevada da margem esquerda até a cota mais elevada da margem direita do rio modelado. Sequencialmente, essas cotas são utilizadas para a realização de uma série de cálculos hidráulicos que irão resultar nos valores da cota máxima atingida pela lâmina d'água e da velocidade da onda de cheia.

Posteriormente, os dados de cota máxima e de velocidade são inseridos na tabela de atributos do shapefile Seções para a execução da segunda ferramenta (Manchas), que gera a mancha inundação no formato polígono (shapefile), podendo ser editada conforme as características do terreno de jusante, e no formato raster, contendo informações referentes à profundidade da lâmina d'água. A mancha de inundação em formato raster é utilizada na terceira ferramenta, Perigo_Hidrodinamico, que tem como produtos finais, também em formato raster, manchas de inundação com informações de perigo hidrodinâmico e de velocidade d'água.

Por fim, utiliza-se a ferramenta Perigo_Hidrodinamico_Viseu_Humanos para realizar o enquadramento do perigo hidrodinâmico à vida humana. Quando necessário, a ferramenta Perigo_Hidrodinamico_Viseu_Edificios também pode ser aplicada para o enquadramento do perigo hidrodinâmico quanto às edificações e às infraestruturas existentes na mancha de inundação.

4.9.4 Geração e edição da Mancha de Inundação

Para a geração das manchas de inundação, foi utilizada a Nova Metodologia Simplificada (versão 2.0), oficializada em 2023.

O processo de geração de mancha de inundação é fundamentado nas informações dos relatórios aprovados, com os dados da visita técnica levantados em campo. A partir das coordenadas informadas no relatório é localizado o barramento do reservatório no ArcMap.

A mancha de inundação é gerada em formato shapefile, portanto, pode ser editada de acordo com a necessidade de adequação desta ao terreno. A Figura 12 mostra uma mancha sem edição, com a exclusão e adição de vértices é possível corrigir e ajustar as áreas molhadas, eliminando manchas e seus resíduos, como mostra a Figura 13.

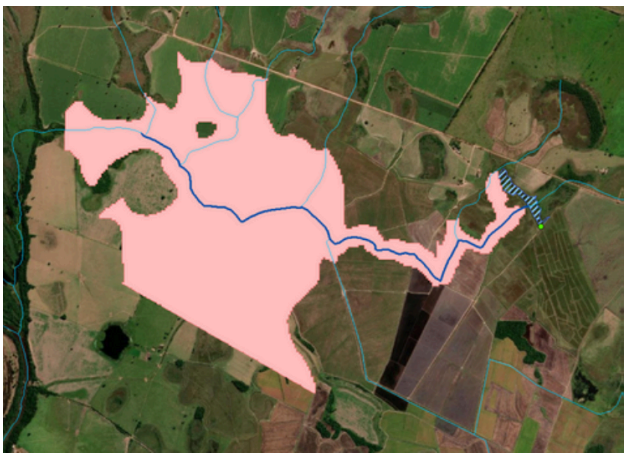


Figura 12: Mancha de inundação sem edição



Figura 13: Mancha de inundação editada

4.9.5 Geração das Manchas de Velocidade, de Profundidade, de Perigo Hidrodinâmico e de Classificação do Perigo Hidrodinâmico

As manchas de velocidade têm informações em m/s, as de profundidade contêm dados em metros, e as de perigo hidrodinâmico e de classificação em m^2/s. O valor do perigo hidrodinâmico (m^2/s) corresponde ao produto entre velocidade e profundidade, o que permite um enquadramento conforme os impactos à vida humana e às edificações presentes na jusante do reservatório em um cenário hipotético de ruptura.

Esse enquadramento é possível, pois cada célula da mancha de inundação representa um valor do perigo hidrodinâmico, permitindo a análise dos impactos nos pontos afetados por um possível rompimento da barragem.

Dentre as propostas de enquadramento de perigo hidrodinâmico, destacam-se as classificações de Maria Teresa Viseu (Viseu, 2006); do Departamento de Meio Ambiente, Alimentos e Assuntos Rurais do Reino Unido – DEFRA (HR Wallingford, 2006); e do Laboratório de Pesquisa Hídrica da Austrália (Smith et. al., 2014).

Nos Quadros 1 e 2 destacam-se as classificações do Perigo Hidrodinâmico de Maria Teresa Viseu, onde U significa a velocidade do escoamento da água, h a altura da água e Uh é o limite para o grau de perigo para seres humanos e edifícios.

Descritores	Classe	Estática (h)	Dinâmica (Uh)
Reduzida	Verde	h < 1 m	Uh < 0,5 m2/s
Média	Amarela	1 < h < 3 m	0,5 < Uh < 0,75 m2/s
Importante	Laranja	3 < h < 6 m	0,75 < Uh < 1 m2/s
Muito Importante	Vermelha	h > 6 m	Uh > 1 m2/s

Quadro 1: Enquadramento do Perigo Hidrodinâmico para humanos - Maria Teresa Viseu (2006)

Descritores	Classe	Dinâmica (U)	Dinâmica (Uh)
Reduzida	Verde	U < 2 m/s	Uh < 3 m2/s
Média	Amarela	2 < U < 4 m/s	3 < Uh < 5 m2/s
Importante	Laranja	4 < U < 5,5 m/s	5 < Uh < 7 m2/s
Muito Importante	Vermelha	U > 5,5 m/s	Uh > 7 m2/s

Quadro 2: Enquadramento do Perigo Hidrodinâmico para edifícios – Maria Teresa Viseu (2006)

O Quadro 3 mostra a classificação do Perigo Hidrodinâmico do Departamento de Meio Ambiente, Alimentos e Assuntos Rurais do Reino Unido – DEFRA (HR Wallingford, 2006). 'Baixo' significa cuidado, é uma zona de inundação com águas correntes rasas ou águas profundas e paradas; a classificação 'moderado' é perigoso para alguns (ex. crianças), sendo uma zona de inundação com águas profundas ou de fluxo rápido. O status 'significativo' é perigoso para a maioria, sendo uma zona de inundação com águas profundas e de fluxo rápido. A classificação de perigo 'extremo' é perigoso para todos, é uma zona de inundação com águas profundas e rápidas.

Perigo	Classificação
Baixo	HR < 0,75
Moderado	0,75 ≤ HR < 1,25
Significativo	1,25 ≤ HR < 2,5
Extremo	HR ≥ 2,5

Quadro 3: Enquadramento do Perigo Hidrodinâmico - DEFRA (HR Wallingford, 2006)

Classificação da Vulnera-bilidade ao Perigo	Limite da Classificação	Limite da Profundidade da água (D)	Limite da Velocidade (V)
H1	D*V ≤ 0,3	0,3	2
H2	D*V ≤ 0,6	0,5	2
H3	D*V ≤ 0,6	1,2	2
H4	D*V ≤ 1,0	2	2
H5	D*V ≤ 4,0	4	4
H6	D*V > 4,0	-	-

Quadro 4: Enquadramento de Perigo Hidrodinâmico do Laboratório de Pesquisa Hídrica - Austrália (Smith et al., 2014)

4.9.6 Identificação de Pontos e Áreas Afetadas

Após a edição e finalização das Manchas de Inundação e de Perigo Hidrodinâmico, são criadas as Classes de Feição no ArcMap nas quais são identificados os Pontos Afetados (Edificação, Infraestrutura, Estrada e Rodovia), as Áreas Urbanas Afetadas, a área do Reservatório (ou dos reservatórios em casos de cascata) e o Barramento (com as Coordenadas UTM) usando o Mapa Base da ESRI.

Para efeito de caracterização, na feição 'Pontos Afetados' são marcadas como 'Estrada' toda via pavimentada ou não pavimentada que não se encaixe em 'Rodovia'; como 'Infraestrutura' consideram-se construções não residenciais, linhas férreas, torres de transmissão de energia e reservatórios a jusante do barramento analisado. Na feição 'Áreas Urbanas' são identificadas as áreas onde a mancha de inundação coincide com os perímetros urbanos, utilizando como auxiliar o Mapa Base da ESRI. Assim, a partir dessa identificação, analisa-se as feições presentes no interior da mancha que apresentam perigo significativo e classifica-se a barragem quanto ao DPA.

4.9.7 Criação de layouts

Após a etapa de identificação dos pontos e áreas afetadas, inicia-se o processo de edição dos Layouts com base nas informações e parâmetros definidos pelo IAT de "Análise de Dano Potencial Associado - DPA", sendo compostos por ao menos três mapas distintos: (i) Mancha de Inundação - DPA+; (ii) Mancha de Perigo Hidrodinâmico; (iii) Mancha de Perigo Hidrodinâmico - Classificação Teresa Viseu (para Humanos).

Eles seguem um padrão oficial (Figuras 14, 15 e 16) contendo a Mancha de Inundação em questão, o Ponto do barramento, os Pontos Afetados (Edificação, Infraestrutura, Rodovia e Estrada) e as Áreas Urbanas Afetadas, além de outras bases de referência com informações oficiais localizadas dentro das áreas afetadas, como:

- Arquivo no formato shapefile (.shp) das rodovias do estado do Paraná do Departamento de Estradas e Rodagens (DER) (2021);
- Arquivos .shp dos trechos de drenagem e da hidrografia generalizada do estado do Paraná do IIAT (2020);
- Arquivo .shp dos municípios do estado do Paraná do IAT (2023).

Quando a mancha gerada atinge Unidades de Conservação (UCs), sistema de transmissão elétrica, malha ferroviária, comunidades quilombolas, populações tradicionais ou terras indígenas, utiliza-se também como referência:

- Arquivo .shp das UCs do IAT (2021);
- Arquivo .shp das linhas de transmissão de energia elétrica da COPEL (2022);
- Arquivo .shp da malha ferroviária do Ministério dos Transportes (2024);
- Arquivo .shp das Comunidades Quilombolas do IAT (2021);
- Arquivo .shp dos Povos Tradicionais (Cipozeiros, Faxinais, Ilhéus e Pescadores) do Paraná do IAT (2021);
- Arquivos .shp das Áreas Indígenas Demarcadas do IAT (2023).

São criados assim, quatro produtos finais nos formatos .mxd (Projeto ArcgGis/ArcMap) e três mapas DPA+ em PNG com resolução de 600 DPI. Ademais, em casos em que faz-se necessário o uso de classificações distintas, tais como Teresa Viseu para Edifícios ou DEFRA, um arquivo .mxd e um .png é acrescido ao conjunto total.

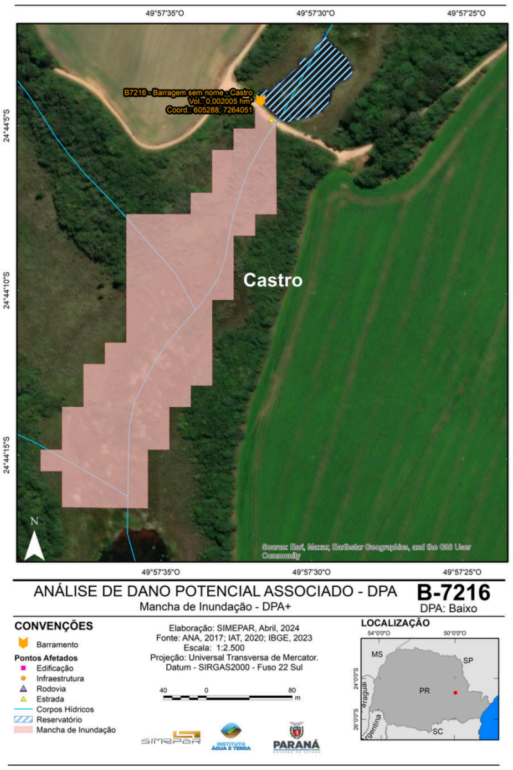


Figura 14: Exemplo de layout de Mancha de Inundação gerado conforme padronização do modelo IAT

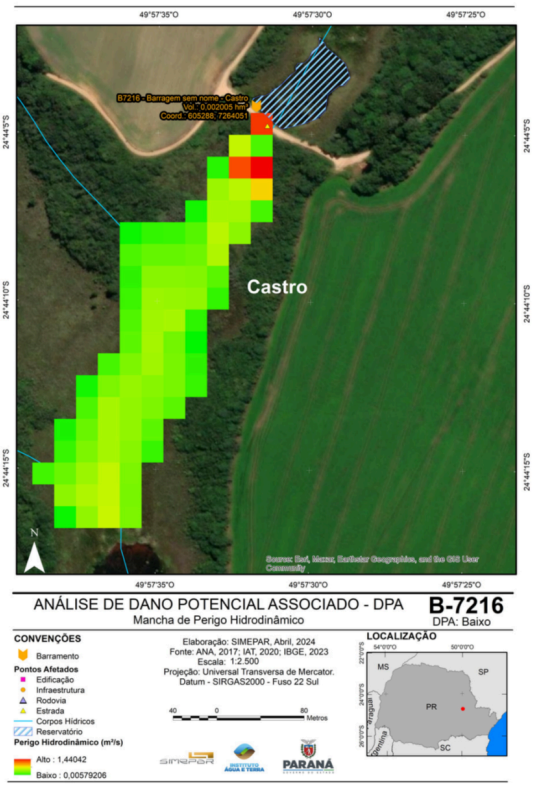


Figura 15: Exemplo de layout de Mancha de Perigo gerado conforme padronização do modelo IAT

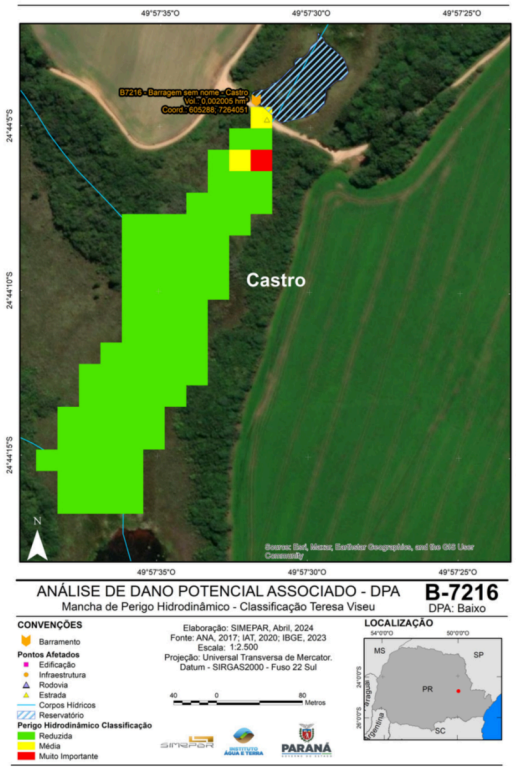


Figura 16: Exemplo de layout de Mancha de Classificação gerado conforme padronização do modelo IAT

4.9.8 Matriz de Classificação DPA

Por fim, é elaborado o arquivo em formato PDF nomeado Relatório de Análise do Dano Potencial Associado (DPA) para cada barragem considerando os pontos e áreas afetadas identificados previamente e a legislação vigente (Lei nº 12.334/2010 – PNSB e Resolução CNRH nº 241/2024). Também são informados no documento os dados relativos ao empreendedor e à barragem, assim como a data da imagem utilizada para gerar a classificação de DPA (Mapa Base da ESRI). Os quadros relativos a classificação do DPA e definição das faixas de dano integram também o documento (Quadros 5 e 6).

Em relação à produção da Matriz de Classificação do DPA, foi orientado pelo IAT considerar como critérios para fins de classificação do DPA em um possível rompimento da barragem o volume do reservatório, para que fique mais coerente possível com a realidade, a análise das áreas e pontos afetados e a existência de 'Áreas Urbanas' dentro da mancha gerada. Assim, considera-se 'Impacto socioeconômico alto' quando há áreas urbanas contidas na Mancha DPA e 'Impacto socioeconômico muito alto' quando a Mancha DPA atinge serviços essenciais – energia, água, saúde, comunicação e educação.

Potencial impacto devido ao volume (DPA1)	Potencial de perda de vidas humanas (*) (DPA2)	Potencial de impacto ambiental (DPA3)	Potencial de impacto socioeconômico (DPA4)
MUITO BAIXO Volume ≤ 3 hm³. **(1)**	**BAIXO** Não existem pessoas permanentes, residentes ou temporárias na área de inundação, exceto aquelas indispensáveis à operação. **(0)**	**BAIXO** Quando a área afetada encontra-se ambientalmente degradada e um eventual rompimento não implica danos ambientais superiores aos relacionados a eventos hidrológicos naturais e frequentes (*) e a estrutura armazena apenas rejeitos inertes ou resíduos inertes (***). **(1)**	**MUITO BAIXO** Sem possibilidade de impactar nenhuma área ocupada permanente ou temporariamente na área afetada. **(0)**
BAIXO 3 hm³ < Volume ≤ 10 hm³. **(2)**	**MÉDIO** Existem locais de ocupação temporárias, rodovia, ferrovia, estrada e acessos de uso local (**), mas não existem pessoas ocupando permanentemente ou residentes na área de inundação, além daquelas indispensáveis à operação. **(2)**	**MÉDIO** Quando a área afetada não constitui áreas de interesse ambiental protegidas em legislação específica (excluídas APPs) e a estrutura armazena apenas rejeitos inertes ou resíduos inertes (***). **(2)**	**BAIXO** Com possibilidade de impactar somente área rural, sem nenhum aglomerado rural (*) na área afetada. **(1)**
MÉDIO 10 hm³ < Volume ≤ 75 hm³. **(3)**	**ALTO** Existem edificações (***) ocupadas permanentemente, residentes na área de inundação, somente em zonas rurais. **(4)**	**ALTO** Quando a área afetada atinge áreas de proteção de uso sustentável (**) ou a barragem armazena rejeitos não-inertes ou resíduos não-inertes (***). **(3)**	**MÉDIO** Com possibilidade de impactar aglomerado rural (*) ou somente áreas não-urbanizadas de cidade ou vila (*) na área afetada. **(2)**
ALTO 75 hm³ < Volume ≤ 200 hm³. **(4)**	**MUITO ALTO** Existem edificações (***) ocupadas permanentemente, residentes na área de inundação, incluindo zonas urbanas. **(5)**	**MUITO ALTO** Quando a área afetada inclui áreas de proteção integral (***) ou a barragem armazena rejeitos perigosos ou resíduos perigosos (***) ou classificados como rejeito radioativo (****). **(5)**	**ALTO** Com possibilidade de impactar área urbanizada ou distrito (*), ou descontinuar, pelo menos, uma atividade de grande impacto econômico regional, ou atingir patrimônios históricos ou sítios arqueológicos, comunidades tradicionais (***), terras indígenas ou quilombolas na área afetada. **(4)**
MUITO ALTO Volume > 200hm³. **(5)**			**MUITO ALTO** Com possibilidade de impactar serviços públicos essenciais (**), na área afetada. **(5)**
	(*) Risco de perda de vidas humanas, dado pelo risco hidrodinâmico, conforme metodologia definida nos guias de boas práticas (inciso X do art.6º da Lei nº 12.334, de 2010) reconhecidos pelos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens. Em não havendo mapa com risco hidrodinâmico, nesses termos, será considerada toda a área de inundação. (**) Não inclui a estrada ou acesso que possa haver na estrutura do empreendimento. (***) Não devem ser consideradas as edificações ou ocupações indispensáveis à operação da barragem.	(*) Considerar como eventos hidrológicos naturais e frequentes as vazões determinadas com tempo de recorrência de 50 anos. (**) Área de proteção de uso sustentável ou áreas de proteção integral conforme o disposto na Lei nº 9.985, de 18 de julho 2000. (***) Conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (****) Conforme glossário de termos da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN).	(*) Conforme definição do glossário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (**) Por serviço público essencial competem os que se referem ao provimento de energia, água, saúde, comunicação e educação. (***) Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007, ou substituto desse.
SOMA (DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4)			

Quadro 5: Exemplo de quadro de Classificação quanto ao Dano Potencial Associado conforme a Resolução CNRH n° 241/2024

Fórmula de cálculo	Classe de Dano Potencial Associado
(DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4) > 13	ALTO
7 ≤ (DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4) ≤ 13	MÉDIO
(DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4) < 7	BAIXO

Quadro 6: Exemplo de Faixas de Classificação por Dano Potencial Associado (Água) conforme a Resolução CNRH n° 241/2024

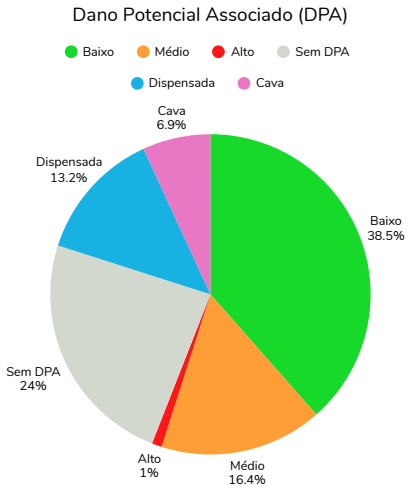


Figura 17: Resumo dos resultados DPA obtidos através da análise dos Relatórios Técnicos de Visitas

4.9.9 Resultados

Os Relatórios Técnicos de Visitas às barragens totalizaram 2.928 visitas, incluindo barragens prioritárias solicitadas pela equipe do IAT.

Para algumas barragens (27) não foi possível a definição do DPA em função da mesma estar em construção, inativa ou em planejamento, ou ainda, estar sem volume informado; não possuir barramento ou não ser aplicável (não se constituindo como reservatório); por ter a visita recusada ou não ter havido acesso ao barramento pela falta de coordenadas; ou então, por estarem duplicadas em Relatórios Técnicos distintos.

Dentre todas as análises de DPA geradas (Figura 17), o resumo de suas classificações foram:

- DPA Alto: 29 (1,0 %)
- DPA Médio: 477 (16,4 %)
- DPA Baixo: 1.117 (38,5 %)
- Sem DPA: 696 (24,0 %)
- Dispensada: 383 (13,2 %)
- Cava: 199 (6,9 %)

Além da análise do DPA (Figura 17), obteve-se também um resumo da Categoria de Risco (CRI) e da Classificação conforme a Matriz da Portaria nº 467/2023 do Instituto Água e Terra do Paraná (Tabela 4; Figuras 18 e 19).

CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	**A**	**B**	**D**
MÉDIO	**A**	**C**	**D**
BAIXO	**A**	**C**	**D**

Tabela 4: Matriz de Classificação em função do DPA e CRI

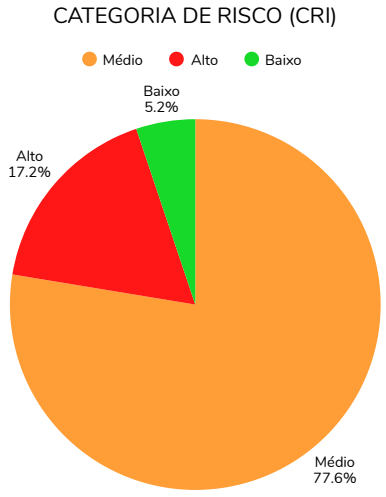


Figura 18: Resumo dos resultados CRI obtidos através da análise dos Relatórios Técnicos de Visitas

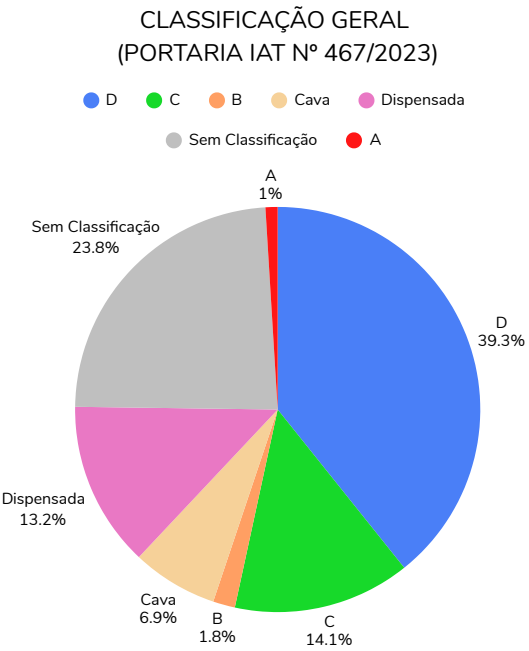


Figura 19: Resumo dos resultados da Matriz de Classificação obtidos através da análise dos Relatórios Técnicos de Visitas

4.9.10 Mapas gerados

Entre os principais beneficiários da utilização dos mapas gerados pode-se destacar:

- **Defesa Civil:** Os mapas de manchas de inundação são instrumentos técnicos indispensáveis para subsidiar as atividades da Defesa Civil, pois fornecem a base necessária para o planejamento de ações de socorro e resposta em cenários de ruptura. A integração dessas informações georreferenciadas com os sistemas de proteção civil permite agilizar a circulação de dados críticos sobre riscos, garantindo uma atuação coordenada e eficiente na mitigação de impactos socioambientais.
- **Responsáveis pela elaboração de Planos de contingência municipais:** No âmbito da gestão local, os mapas servem como base para o planejamento de ações de emergência, permitindo que os municípios estruturem respostas proporcionais ao risco identificado. Esses dados técnicos são fundamentais para a elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE), muitas vezes realizado em parceria com universidades, estabelecendo os procedimentos e a articulação necessária entre os entes públicos para a redução de danos em situações de crise.
- **Comunidades ribeirinhas:** Para as comunidades ribeirinhas situadas à jusante das estruturas, os mapas são vitais para a proteção da vida, pois permitem identificar com precisão a Zona de Autossalvamento (ZAS) e as áreas de risco. A partir dessa delimitação, torna-se possível implementar estratégias de comunicação eficazes, alertando e orientando os moradores sobre procedimentos de segurança e garantindo que recebam informações tempestivas para sua autoproteção em caso de anomalias graves.
- **Responsáveis pelo planejamento urbano:** A inclusão dos mapas de risco e manchas de inundação nos instrumentos de planejamento urbano e ordenamento territorial é uma estratégia de precaução essencial para evitar o aumento da vulnerabilidade social. Esses dados orientam o poder público na gestão do uso do solo, permitindo que o Dano Potencial Associado (DPA) seja considerado na autorização de novas ocupações, garantindo assim um desenvolvimento regional mais seguro, sustentável e resiliente a desastres.

5.

Avanços e lições aprendidas no Paraná nos últimos anos

5. AVANÇOS E LIÇÕES APRENDIDAS NO PARANÁ NOS ÚLTIMOS ANOS

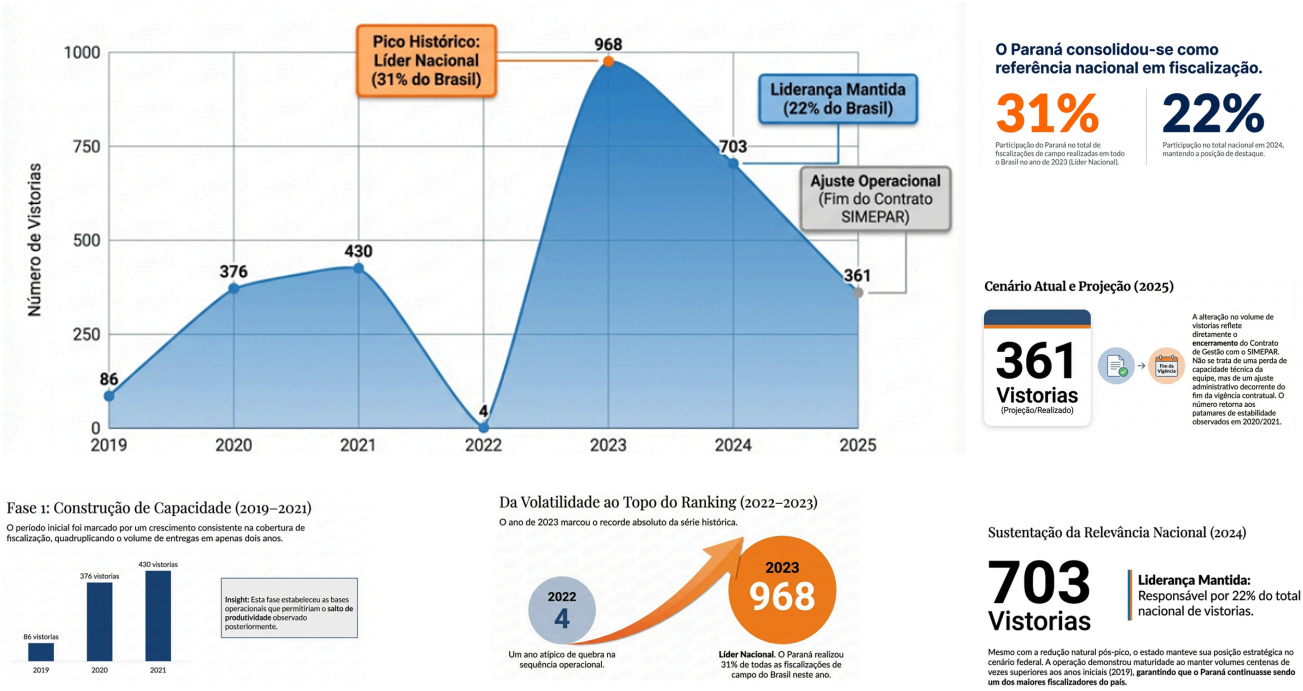
Com base nos Relatórios de Segurança de Barragens (RSB) de 2023 e 2024/2025, o estado do Paraná, por meio do Instituto Água e Terra (IAT/PR), apresentou avanços significativos na gestão e fiscalização de suas estruturas.

5.1 O Paraná como referência nacional na realização de vistorias em barragens

O Paraná consolidou seu esforço em fiscalizações de campo por meio da atuação intensiva do Instituto Água e Terra (IAT/PR), que registrou os maiores volumes de vistorias *in loco* nos últimos anos (Figura 20).

Em 2023, o órgão realizou 968 fiscalizações em campo, o que correspondeu a 31% de todas as vistorias desse tipo executadas no Brasil naquele período. No ano seguinte, o estado manteve o primeiro lugar no ranking nacional ao efetuar 703 fiscalizações, detendo uma fatia de 22% do total de inspeções de campo do País.

Para a coleta de dados das barragens foi elaborado e posteriormente utilizado um formulário eletrônico específico (Anexo 4), que gera um relatório completo das condições da barragem (Anexo 5).



Quadro Resumo: Vistorias de Campo (2019–2025)

Ano	Volume de Vistorias	Status / Observação
2019	86	Início da série
2020	376	Crescimento
2021	430	Consolidação
2022	4	Ano Atípico
2023	968	Líder Nacional **(31% do Brasil)**
2024	703	Liderança Mantida (22% do Brasil)
2025	361	Encerramento contrato SIMEPAR

Figura 20: Número de barragens vistoriadas no período de 2019 a 2025

O Paraná vem comprovando sua capacidade de realizar vistorias com destaque nacional, prova disso são os anos de 2023 e 2024, que constataram a eficiência operacional que o estado pode atingir, desde que exista estrutura organizacional com uma equipe exclusiva e suficiente para dar continuidade aos resultados já alcançados.

O desafio de 2026 é a gestão da transição pós Contrato de Gestão com o SIMEPAR, utilizando a experiência adquirida durante os anos anteriores para planejar a retomada futura.

Entre as estratégias possíveis, para abertura de licitação para contratar serviços de realização de vistorias em barragens, três merecem destaque:

- Utilização de recursos próprios do orçamento do IAT;
- Utilização de recursos provenientes do Programa de Conversão de Multas do IAT, onde o projeto apresentado de acordo com edital específico foi aprovado;
- Utilização de recursos do Programa de Segurança Hídrica (PSH), com recursos do Estado do Paraná e do Banco Mundial.

Até o início de implementação destas estratégias previstas, em um planejamento mais conservador, a equipe técnica exclusiva do IAT, com os três (03) técnicos atuais, definiu que realizará 80 vistorias ao longo de 2026.

- A partir do momento que forem viabilizados novos aportes financeiros, o número de vistorias será atualizado, ampliando a projeção inicialmente definida.

5.2 Avanços no cadastro e Classificação de barragens

No período de 2023, o IAT/PR foi o órgão fiscalizador com o maior aumento no número de barragens cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), se comparado ao ano anterior (2022), totalizando um acréscimo de 469 barragens. Ao final de 2023, o estado ocupava a terceira posição nacional em número total de barragens cadastradas, com 1.655 estruturas.

Em 2024, o Paraná manteve um crescimento consistente, adicionando mais 140 novos cadastros, atingindo o total de 1.795 barragens registradas.

Em 2025, este número foi reduzido para 96 novos cadastros pois os esforços serão concentrados em uma nova estratégia de realizar o cadastro via API da ANA, o que possibilitará o envio de dados em grandes blocos, até que todas as barragens vistoriadas em campo e classificadas tenham sido devidamente inseridas no SNISB.

O estado destacou-se entre os órgãos que mais classificaram barragens quanto ao Dano Potencial Associado (DPA) e à Categoria de Risco (CRI), realizando 172 classificações em 2023 e 162 em 2024.

Também houve um avanço na qualidade dos dados, refletindo no Indicador de Completude da Informação (ICI), com o número de barragens na faixa "ótima" subindo de 207 em 2023 para 374 em 2024; de 374 em 2024 para 458 em 2025; e de 458 em 2025 para 603 em 2026.

O estado também iniciou testes para a integração automatizada (via API) de seu sistema estadual com o banco de dados nacional do SNISB, visando maior eficiência e consistência nos dados.

5.3 Dados do SNISB disponibilizados em plataforma da ANA

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) disponibilizou aos órgãos fiscalizadores estaduais um BI[7] com dados dos cadastros realizados no SNISB, que permite aplicar filtros, fornecendo a situação de cada Estado por órgão fiscalizador.

Os dados das 1891 barragens do Paraná cadastradas no SNISB são apresentados a seguir:

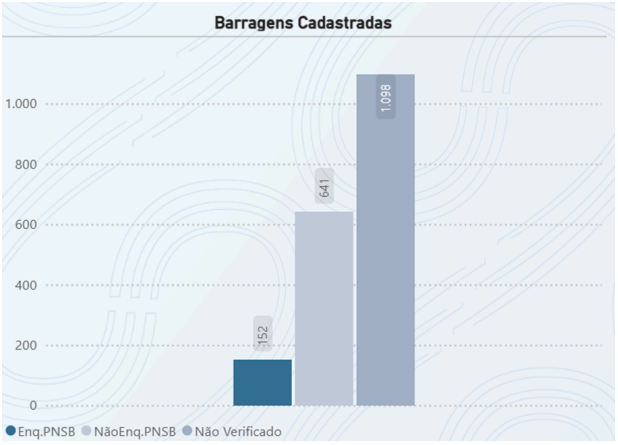


Figura 21: Barragens cadastradas no SNISB

Fonte: SNISB, fevereiro de 2026.

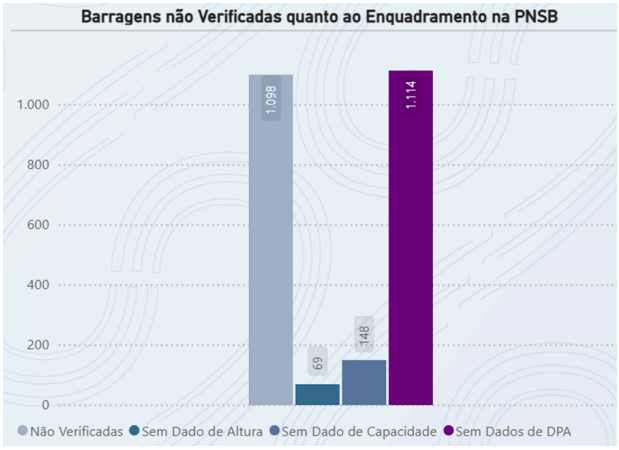


Figura 22: Barragens não verificadas quanto ao Enquadramento na PNSB

Fonte: SNISB, fevereiro de 2026.

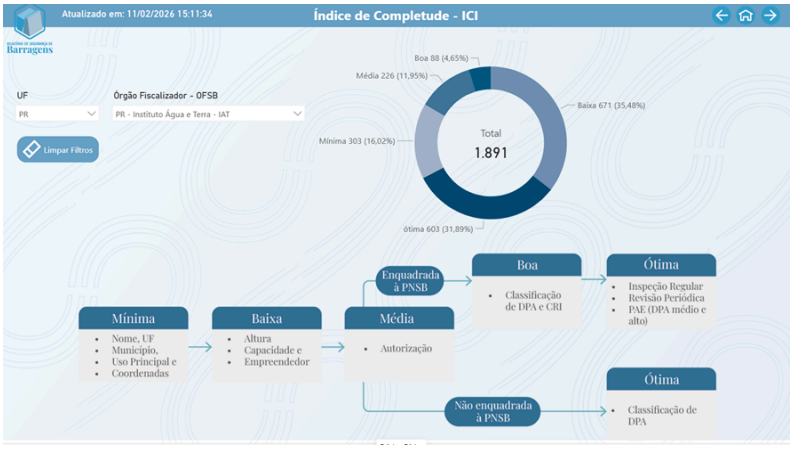


Figura 23: Índice de completude das Barragens do Paraná cadastradas no SNISB

Fonte: SNISB, fevereiro de 2026.

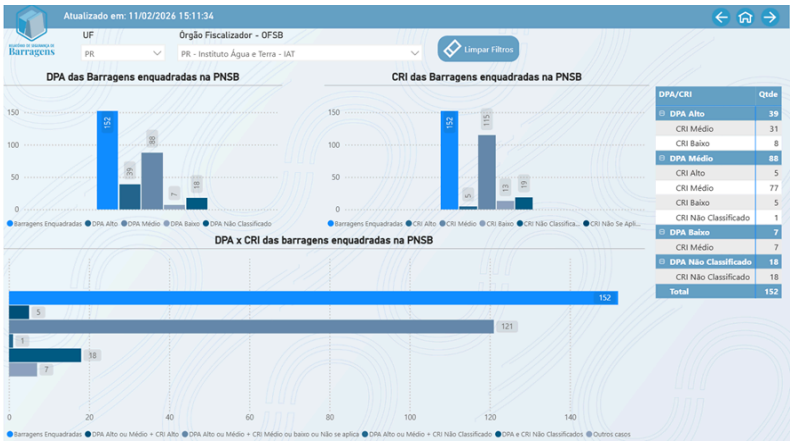


Figura 24: Dados das barragens paranaenses enquadradas na PNSB

Fonte: SNISB, fevereiro de 2026.

[7]BI do SNISB, disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZmYyMzI4ODktMDI2My00ZGY4LTg0N2MtYTg0ZWJjYjIzNzdkIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZDFiYWY4OCJ9&disablecdnExpiration=1766082870

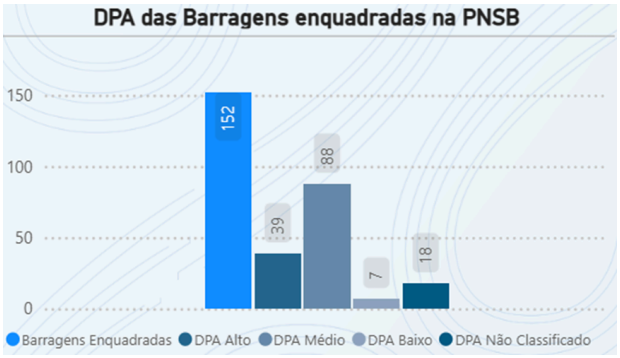


Figura 25: Dados sobre DPA das Barragens cadastradas no SNISB

Fonte: SNISB, fevereiro de 2026.

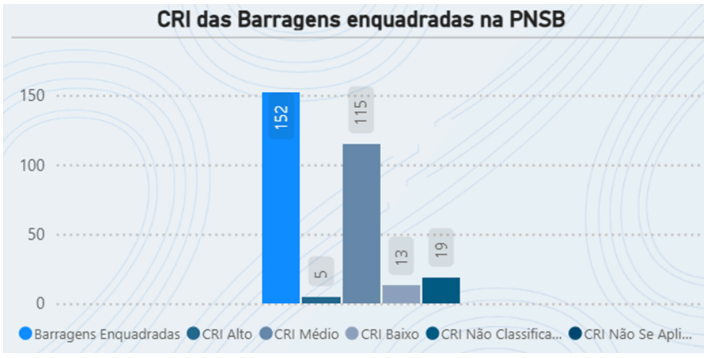


Figura 26: Dados sobre CRI das Barragens cadastradas no SNISB

Fonte: SNISB, fevereiro de 2026.

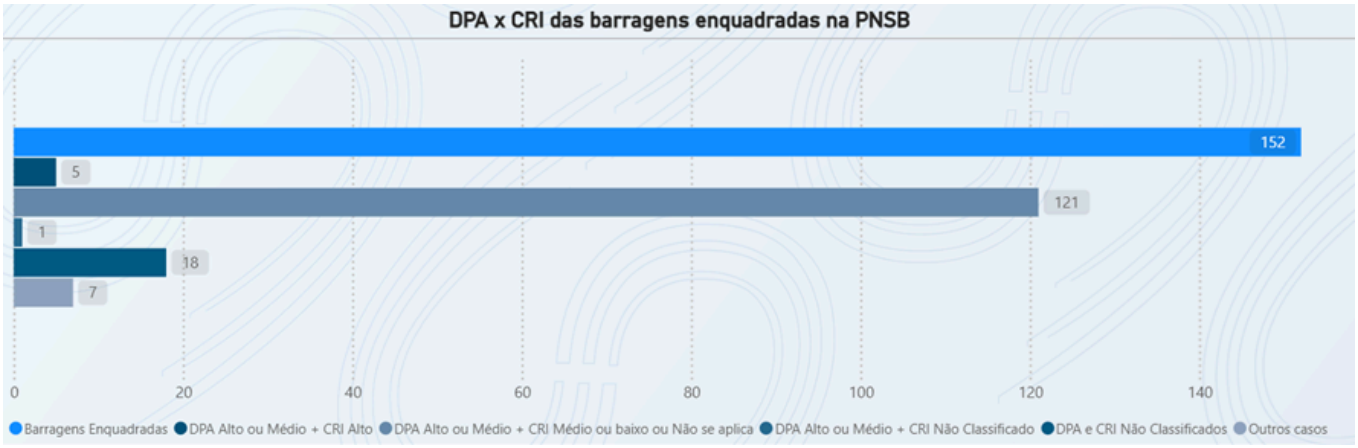


Figura 27: Dados de DPA X CRI das barragens enquadradas na PNSB

Fonte: SNISB, fevereiro de 2026.

DPA/CRI	Qtde
⊟ DPA Alto	39
CRI Médio	31
CRI Baixo	8
⊟ DPA Médio	88
CRI Alto	5
CRI Médio	77
CRI Baixo	5
CRI Não Classificado	1
⊟ DPA Baixo	7
CRI Médio	7
⊟ DPA Não Classificado	18
CRI Não Classificado	18
Total	152

Figura 28: Quadro resumo com dados de DPA/CRI das barragens paranaenses

Fonte: SNISB, fevereiro de 2026.

5.4 Evolução Regulatória

Um importante marco legal foi a publicação da Portaria IAT nº 467, de 6 de novembro de 2023.
Esta norma estabeleceu critérios e procedimentos para a classificação de barragens de acumulação de água e definiu a periodicidade e o conteúdo mínimo de documentos essenciais, como o Plano de Segurança da Barragem (PSB) e o Plano de Ação de Emergência (PAE).

A portaria introduziu o conceito de pequenas barragens (superfície < 50.000m^2, altura < 5m e volume < 100.000m^3), dispensando aquelas classificadas com DPA Baixo de apresentarem documentação específica de segurança, simplificando a gestão administrativa.

Em 2024, o Paraná continuou o aperfeiçoamento de seus instrumentos regulatórios, sendo um dos sete órgãos estaduais a emitir novas regulamentações ou atualizações sobre temas como o PSB e inspeções de segurança.

Além disso, em 2025, foram finalizadas as discussões técnicas dentro do Comitê Paranaense de Segurança de Barragens sobre a minuta de Projeto de Lei, a ser apresentada na Assembleia Legislativa do Paraná, e que visa estabelecer a Política Estadual de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para usos múltiplos, à disposição final ou temporária de rejeitos, e à acumulação de resíduos industriais no Estado do Paraná.

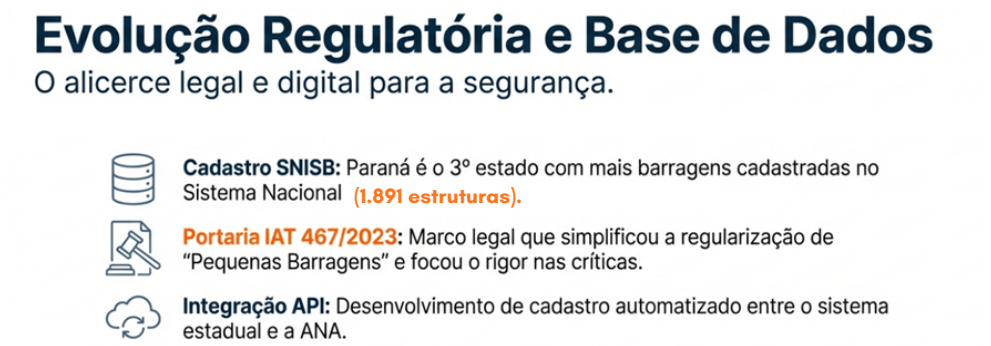


Figura 29: Evolução Regulatória e Base de Dados

5.5 Governança e a interação com órgãos fiscalizadores e empreendedores

A governança e a interação entre o Instituto Água e Terra (IAT), outros órgãos fiscalizadores e os empreendedores são regidas por um arcabouço normativo que distribui competências e define responsabilidades claras para a mitigação de riscos no estado.

Enquanto o IAT é a autoridade responsável pela fiscalização de barragens de usos múltiplos no Paraná, a governança nacional prevê a atuação da ANEEL para barragens de hidrelétricas e da ANM para as de mineração, assegurando uma supervisão setorial especializada.

No âmbito dessa interação, o IAT exige que os empreendedores cumpram obrigações legais rigorosas, como a manutenção do cadastro no sistema SIGARH e a elaboração de documentos técnicos essenciais, como o Plano de Segurança de Barragens (PSB) e o Plano de Ação de Emergência (PAE). Essa articulação institucional e o acompanhamento sistemático das obrigações visam garantir que a gestão das estruturas seja baseada em evidências técnicas e em uma postura preventiva, fortalecendo a segurança da população e a preservação ambiental.



Figura 30: Estrutura de governança para Segurança de Barragens

5.6 Integração e Qualificação Técnica

5.6.1 Formação de equipes técnicas especializadas

A formação e capacitação de equipes é essencial para a coleta de dados com a qualidade e exatidão necessárias para a tomada de decisões futura.

Atualmente, o Instituto Água e Terra (IAT) conta com uma equipe técnica formada por 3 profissionais de nível superior (2 engenheiros civis e 1 engenheiro florestal) para o monitoramento e fiscalização de aproximadamente 3.000 barragens no Estado do Paraná. A recomendação do Manual de Políticas e Práticas de Segurança de Barragens, recomenda uma equipe de 20 técnicos para monitorar mais de 1.000 barragens, e o IAT conta com apenas 15% da equipe considerada mínima para o cenário atual de demandas relativas às barragens.

Considerando a disparidade identificada, torna-se imprescindível que haja um fortalecimento e a ampliação do quadro técnico do setor de segurança de barragens, e essa iniciativa deve ser estabelecida como uma meta estratégica, a curto e médio prazos. Uma equipe com recursos humanos adequados é essencial para o acompanhamento das condições das barragens, da documentação apresentada (Revisão Periódica dos Planos de Segurança de Barragens (RPSB), Plano de Segurança de Barragem (PSB), Planos de Ação de Emergência (PAE) e os Relatórios de Inspeção de Segurança Regular (ISR) e, assim, poder cumprir a atribuições que estão intrinsicamente ligadas à obrigação constitucional de fiscalizar adequadamente as barragens.



Figura 31: Necessidade de ampliação da equipe técnica para Segurança de Barragens

5.6.2 Parcerias com universidades e centros de pesquisa

A prática tem demonstrado dificuldades dos municípios que são empreendedores de barragens conseguirem efetuar licitações para contratação dos serviços de elaboração de Planos de Segurança de Barragens, incluídos os Planos de Ação de Emergência, e as Inspeções de Segurança Regular (ISR) e Especial (ISE). Nesse sentido, alguns municípios recorreram ao estabelecimento de parcerias com as Universidades para elaboração de documentação exigida pela legislação vigente.

5.7 Transparência e Comunicação

5.7.1 Melhorias no acesso à informação pública (dashboard SIB)

A melhoria no acesso à informação pública, especialmente por meio do dashboard do Sistema de Informações de Barragens (SIB), representa um avanço estratégico na gestão da segurança dessas estruturas no Estado do Paraná. Esse instrumento é fundamental para fortalecer a transparência da gestão pública, permitindo que a sociedade e os órgãos de controle acompanhem de forma clara a atuação do Instituto Água e Terra (IAT) e a consolidação de instrumentos técnicos essenciais à gestão de riscos.

A transparência proporcionada por essa plataforma digital torna visível que a tomada de decisões por parte do poder público, baseada em dados reais, coletados diretamente em campo por meio de milhares de vistorias técnicas, é uma forma efetiva de realizar o monitoramento. Ao disponibilizar informações sobre a Categoria de Risco (CRI) e o Dano Potencial Associado (DPA), o poder público demonstra o cumprimento de suas responsabilidades legais e promove a eficiência da atuação administrativa.

Além disso, outras informações vitais para a segurança coletiva, como as manchas de inundação, que são instrumentos indispensáveis para as ações emergenciais, serão compartilhadas com a Defesa Civil em uma plataforma interna, servindo como:

- Subsídio de ações da Defesa Civil e planos de contingência municipais;
- Orientação e comunicação direta com as comunidades ribeirinhas e afetadas;
- Planejamento urbano e o ordenamento territorial seguro.

Essa abertura de dados reflete o papel do IAT como autoridade fiscalizadora e reforça o compromisso do estado com a identificação precoce de anomalias e a redução de riscos à vida humana e ao meio ambiente.

O Sistema de Informações sobre Barragens (SIB) consolida uma cultura técnica orientada por evidências, transformando a segurança de barragens em um processo contínuo e acessível, em conformidade com as diretrizes da Política Nacional de Segurança de Barragens.

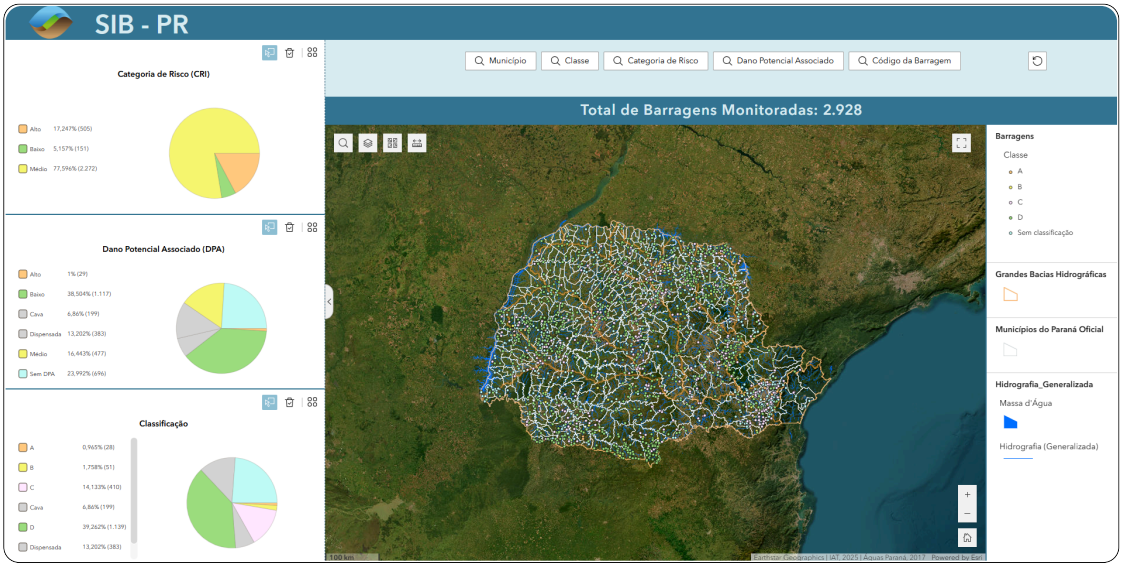


Figura 32: Dashboard SIB (Sistema de Informações sobre Barragens) do IAT

5.8 Planejamento e Redução de Riscos

5.8.1 Inclusão de dados de risco em instrumentos de planejamento territorial

A segurança de barragens tem um impacto direto no ordenamento territorial devido ao potencial de danos que essas estruturas podem causar à vida humana, ao meio ambiente e ao patrimônio público e privado.
Para que o planejamento territorial seja eficaz, ele deve integrar os seguintes elementos técnicos derivados do monitoramento de barragens:

a. Instrumentos de Gestão de Risco como Subsídio ao Planejamento

Os dados gerados pelo Instituto Água e Terra (IAT), como a Categoria de Risco (CRI) e o Dano Potencial Associado (DPA), funcionam como indicadores para o poder público priorizar áreas de intervenção.

• CRI: Indica a probabilidade de falha da estrutura.
• DPA: Avalia a magnitude do impacto caso ocorra um rompimento, considerando a população a jusante, infraestruturas e áreas ambientalmente sensíveis.

Essas informações permitem que os gestores municipais e estaduais decidam onde permitir novas ocupações urbanas ou atividades econômicas, evitando o aumento da vulnerabilidade em áreas críticas.

b. Importância das Manchas de Inundação no Ordenamento Urbano

As manchas de inundação, que delimitam os cenários de ruptura, são instrumentos essenciais para o planejamento urbano e a elaboração de planos de contingência municipais. Elas permitem identificar as áreas que seriam atingidas em caso de colapso, servindo de base para:

- A definição de rotas de fuga e pontos de encontro.
- A comunicação eficiente com as comunidades ribeirinhas.
- O zoneamento de áreas onde a ocupação permanente deve ser restrita ou monitorada.

c. Integração com a Defesa Civil e Sistemas de Alerta

Um avanço importante no planejamento territorial é a adoção de sistemas integrados com a Defesa Civil. Essa integração visa agilizar a informação para os moradores situados na Zona de Autossalvamento (ZAS) sobre possíveis riscos, garantindo que o planejamento territorial não se limite ao uso do solo, mas inclua a proteção ativa da vida humana.

Neste sentido, foram iniciados os procedimentos para compartilhar com a Defesa Civil as manchas de inundação elaboradas pelo IAT, adotando um sistema integrado que agilize a informação para os moradores sobre possíveis riscos na ZAS.

d. Fortalecimento Institucional e Técnico

A inclusão desses dados no planejamento exige uma qualificação técnica contínua. O estabelecimento de parcerias com universidades e o uso de tecnologias como o dashboard SIB (Sistema de Informações de Barragens) são fundamentais para dar transparência e acessibilidade aos dados de risco, permitindo que o planejamento territorial seja baseado em evidências e dados reais de campo.

5.8.2 Ações de melhoria contínua nos sistemas de gestão

O Instituto Água e Terra está em processo de melhorar e ampliar o sistema de gestão de recursos hídricos e, está em curso pela empresa EZUTE o desenvolvimento de um sistema específico para o Setor de Segurança de Barragens, que possibilitará ampliar o monitoramento das barragens e instituir novas ferramentas que auxiliem neste processo.

Atualmente, o uso do SIGARH para o cadastramento e análise de outorgas, e também para o cadastramento de barragens, limita a análise específica da parte de Segurança de Barragens, mas com a implementação do novo sistema a ser disponibilizado até 2028, novas funcionalidades poderão ser utilizadas, ampliando a troca de informações entre empreendedores e o IAT, como por exemplo, o envio online da documentação exigida (PSB, PAE, ISR, ISE e RPSB) pela legislação vigente, de acordo com a classificação geral da barragem.

6.

Desafios e Perspectivas

6. DESAFIOS E PERSPECTIVAS

A Segurança de Barragens no Paraná enfrenta, nos próximos anos, desafios estruturais que exigem planejamento estratégico e fortalecimento institucional. Entre os principais entraves destacam-se os desafios operacionais e orçamentários, especialmente diante do universo aproximado de três mil barragens sob competência estadual e da inexistência, em muitos momentos, de equipe técnica exclusiva para fiscalização contínua.



Figura 33: Desafios e perspectivas futuras do monitoramento de barragens do IAT

A limitação de recursos humanos e financeiros impacta diretamente a frequência das vistorias, a análise documental e o acompanhamento das estruturas classificadas com maior Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA). Soma-se a isso a necessidade permanente de ampliação e qualificação da base de dados, com atualização do cadastro junto ao Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), coordenado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, garantindo maior completude das informações, rastreabilidade das estruturas e transparência pública.

Por outro lado, as perspectivas são promissoras e passam pela adoção de tecnologias emergentes e pelo fortalecimento do arcabouço legal e institucional.

O uso de inteligência artificial, sensoriamento remoto, imagens orbitais multitemporais e drones pode ampliar significativamente a capacidade de monitoramento preventivo, permitindo priorização de fiscalizações com base em análise de risco e detecção automática de anomalias.

Paralelamente, o avanço na consolidação de uma Política Estadual alinhada à Lei nº 14.066/2020 e às diretrizes do Conselho Nacional de Recursos Hídricos fortalece a segurança jurídica, amplia a integração entre órgãos fiscalizadores e Defesas Civis e cria condições para fontes estáveis de financiamento. Assim, o equilíbrio entre superação dos desafios estruturais e incorporação de inovação tecnológica tende a posicionar o Paraná em patamar de referência nacional na governança da segurança de barragens.

7.

Proposta de Plano de Ação para Implementação da PNSB e PESB no Estado do Paraná

7. PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO DA PNSB E PESB NO PARANÁ

No intuito de planejar as ações mais importantes a serem desenvolvidas nas barragens fiscalizadas pelo IAT, foi elaborado um Plano de Ação para implementação da política nacional de segurança de barragens, mas também da política estadual, cuja minuta de Projeto de Lei será encaminhada à Assembleia Legislativa do Paraná.

7.1 Objetivo do Plano de Ação

Consolidar a implementação da PNSB e da PESB no âmbito do estado do Paraná.

7.1.1 Aprimoramento do Cadastro e Completude de Dados

Avançar com o cadastramento e com a melhoria na qualidade das informações no SNISB.

a) Evolução do número de cadastros e do ICI no SNISB

Utilizar os dados referentes às 2.928 barragens vistoriadas para atualização e complementação do banco de dados do SNISB, relativo às barragens cadastradas pelo IAT, visando ao aumento do número de cadastros e à melhoria do Índice de Completude da Informação (ICI).

b) Validação Contínua de Massas d'Água

Realizar periodicamente o cruzamento de dados com o levantamento de massas d'água da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e do IAT para identificar omissões e duplicidades.

c) Necessidade de Ampliação da Base de Dados

- Identificar barragens não cadastradas por meio de sensoriamento remoto e imagens orbitais.
- Criar protocolo para identificação de estruturas antigas ou desativadas ainda não regularizadas.

Essa ampliação permitirá maior aderência ao disposto na Lei nº 12.334/2010, alterada pela Lei nº 14.066/2020.

7.1.2 Fortalecimento da Comunicação e Regularização de Empreendedores

Assegurar que os responsáveis pelas estruturas cumpram suas obrigações legais, mitigando riscos socioambientais e econômicos.

a) Implantação do SIB-PR

Disponibilizar o Sistema de Informações de Barragens do Paraná (SIB-PR) na página do IAT na Internet. O dashboard atuará como ferramenta de transparência ativa, permitindo o monitoramento público das estruturas e facilitando o acesso do empreendedor aos dados da barragem.

b) Envio de Notificações

Manter um fluxo contínuo de notificações para cientificar os empreendedores sobre sua classificação em Categoria de Risco (CRI) e Dano Potencial Associado (DPA). O foco será a regularização documental, exigindo, conforme a classe da barragem, a apresentação de Inspeção de Segurança Regular (ISR), Plano de Segurança da Barragem (PSB) e Plano de Ação de Emergência (PAE).

c) Estratégia de Regularização Progressiva

- Estabelecer cronogramas diferenciados conforme porte e complexidade da estrutura.
- Priorizar barragens com alto DPA e/ou alto CRI.

7.1.3 Articulação Institucional e Aperfeiçoamento Normativo

Promover a integração entre entes fiscalizadores e órgãos de resposta, garantindo segurança jurídica e operacional.

a) Aprovação da Política Estadual de Segurança de Barragens (PESB)

Priorizar a tramitação do Projeto de Lei na Assembleia Legislativa do Paraná para instituir a PESB, garantindo o alinhamento total das competências estaduais com a Lei Federal nº 14.066/2020.

A nova Política Estadual de Segurança de Barragens foi amplamente discutida dentro do Comitê Paranaense de Segurança de Barragens e culminou na elaboração de uma minuta de Projeto de Lei que será apresentada na Assembleia Legislativa do Paraná.

Esta nova Lei, após a sua aprovação, será um dos caminhos fundamentais para o fortalecimento legal e institucional da gestão de riscos no Paraná. Embora o estado já siga as diretrizes federais (Leis nº 12.334/2010 e nº 14.066/2020) e a Portaria estadual IAT nº 467/2023, a nova política visa consolidar e ampliar essas ações.

As principais mudanças e perspectivas trazidas por esse novo marco e pelas ações planejadas incluem:

- Criação de Estrutura Administrativa Especializada: Uma das mudanças centrais é a proposta de criação da Divisão de Segurança de Barragens, conferindo maior autonomia e foco técnico à fiscalização realizada pelo Instituto Água e Terra (IAT).
- Modernização Tecnológica: A política prevê a adoção de tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial (IA) e sensoriamento remoto, para aprimorar o monitoramento das estruturas e a precisão na coleta de dados.
- Integração com o Planejamento Territorial: Os dados de risco (CRI e DPA) serão integrados de forma mais robusta aos instrumentos de planejamento urbano e ordenamento territorial, garantindo que as manchas de inundação sejam consideradas na ocupação do solo.
- Fortalecimento do Sistema de Alerta: Haverá um foco em sistemas integrados com a Defesa Civil para agilizar a comunicação de riscos aos moradores situados na Zona de Autossalvamento (ZAS).
- Regularização e Transparência: A nova política busca enfrentar o desafio da ampliação da base de dados, visando classificar o grande volume de barragens que hoje ainda se encontram "sem classificação definida" (44,52% do total vistoriado) e melhorar o acesso público via dashboard SIB.
- Aprimoramento do Marco Legal: A transição de uma regulamentação baseada em portaria para uma Lei Estadual específica oferece maior segurança jurídica e detalha as responsabilidades de empreendedores e do poder público no âmbito local.

A nova política mudará o patamar da gestão de barragens no estado, saindo de um modelo predominantemente reativo e documental para uma gestão preventiva, tecnológica e integrada à segurança pública e ao desenvolvimento sustentável.

b) Fortalecimento do Comitê Estadual

Consolidar as reuniões do Comitê Paranaense de Segurança de Barragens, promovendo a articulação técnica entre IAT, Defesa Civil do Paraná, Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná e representantes de empreendedores para o aprimoramento de diretrizes preventivas.

c) Integração com Defesas Civis Municipais

Realizar eventos técnicos para capacitar coordenadores municipais na análise de PAEs e na elaboração de Planos de Contingência (Plancon), com foco na Zona de Autossalvamento (ZAS) e na proteção da população.

d) Caminhos para Fortalecimento Legal e Institucional

- Regulamentação detalhada da PESB por meio de decreto estadual.
- Previsão de fontes permanentes de financiamento para fiscalização.
- Estabelecimento de taxas de fiscalização proporcionais ao porte e risco da barragem.
- Consolidação de normativas complementares alinhadas à Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).
- Formalização de acordos de cooperação técnica com Ministério Público e Tribunal de Contas.

7.1.4. Capacitação, Monitoramento e Transparência

Garantir a evolução contínua da fiscalização e o acesso à informação pela sociedade.

a) Capacitação em Novas Tecnologias

Manter o programa de treinamento da equipe de Segurança de Barragens para o uso de tecnologias inovadoras, incluindo:

- Drones para inspeções de difícil acesso;
- Sensoriamento remoto por imagens de alta resolução;
- Modelagem hidrodinâmica para simulação de manchas de inundação.

a) Adoção de Tecnologias Emergentes (IA e Sensoriamento Remoto)

- Aplicação de Inteligência Artificial para detecção automática de alterações estruturais em imagens multitemporais;
- Uso de algoritmos preditivos para priorização de fiscalizações com base em risco;
- Integração com bases geoespaciais para geração de alertas preventivos;
- Desenvolvimento de painel de risco dinâmico no SIB-PR.

b) Publicação Anual do Relatório Estadual (RESB)

Elaborar e publicar anualmente o Relatório Estadual de Segurança de Barragens, com diagnóstico detalhado da situação das barragens, no Estado do Paraná.



Figura 34: Relatórios estaduais anuais de Segurança de Barragens do IAT (2023 a 2025)

c) Eventos sobre Segurança de Barragens

Realizar seminários e workshops técnicos anuais para troca de experiências entre profissionais, gestores municipais e sociedade civil, fortalecendo a cultura de prevenção.

7.1.5 Desafios operacionais e orçamentários

Reconhecer e enfrentar as limitações estruturais que impactam a plena implementação da PNSB e PESB (após sua aprovação).

a) Desafios Operacionais

- Ausência de equipe exclusiva para continuidade das vistorias;
- Alta demanda frente ao universo aproximado de 3.000 barragens no Estado;
- Necessidade de capacitação contínua do corpo técnico;
- Dificuldades logísticas para inspeções em áreas remotas.

b) Desafios Orçamentários

- Insuficiência de recursos permanentes para fiscalização sistemática;
- Dependência de fontes extraordinárias (projetos específicos ou convênios);
- Necessidade de investimentos em tecnologia e infraestrutura de dados.

c) Estratégias de Mitigação

- Utilização de recursos de programas ambientais e compensações;
- Parcerias com universidades para apoio técnico e desenvolvimento de soluções tecnológicas;
- Captação de recursos federais e internacionais;
- Estruturação de plano plurianual específico para Segurança de Barragens.

A consolidação da Política Nacional de Segurança de Barragens no Estado do Paraná exige abordagem estruturante, combinando:

- Base de dados robusta e confiável;
- Fiscalização orientada por risco;
- Tecnologia aplicada à prevenção;
- Segurança jurídica e institucional;
- Sustentabilidade financeira.

A implementação progressiva dessas medidas permitirá elevar o padrão de governança em segurança de barragens, reduzir riscos à população e fortalecer a transparência pública, posicionando o Paraná como referência nacional na aplicação efetiva tanto da PNSB como da PESB do Paraná.

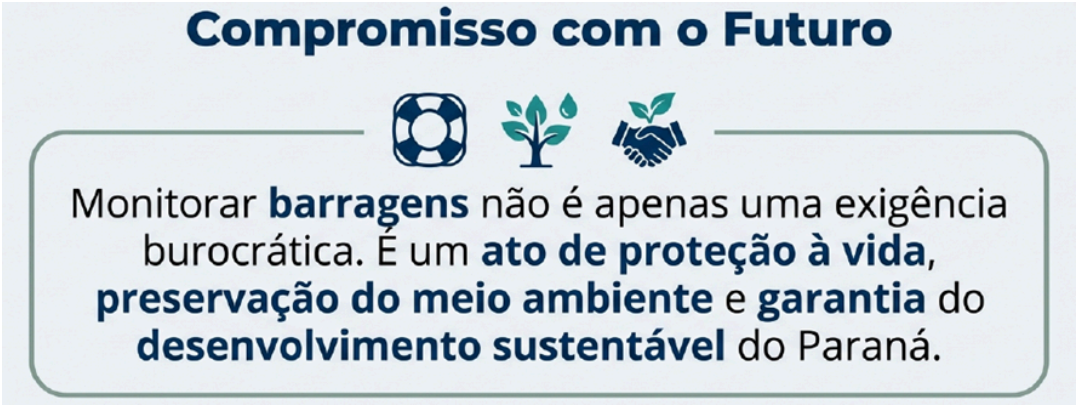


Figura 35: Compromissos norteadores do Setor de Segurança de Barragens do IAT

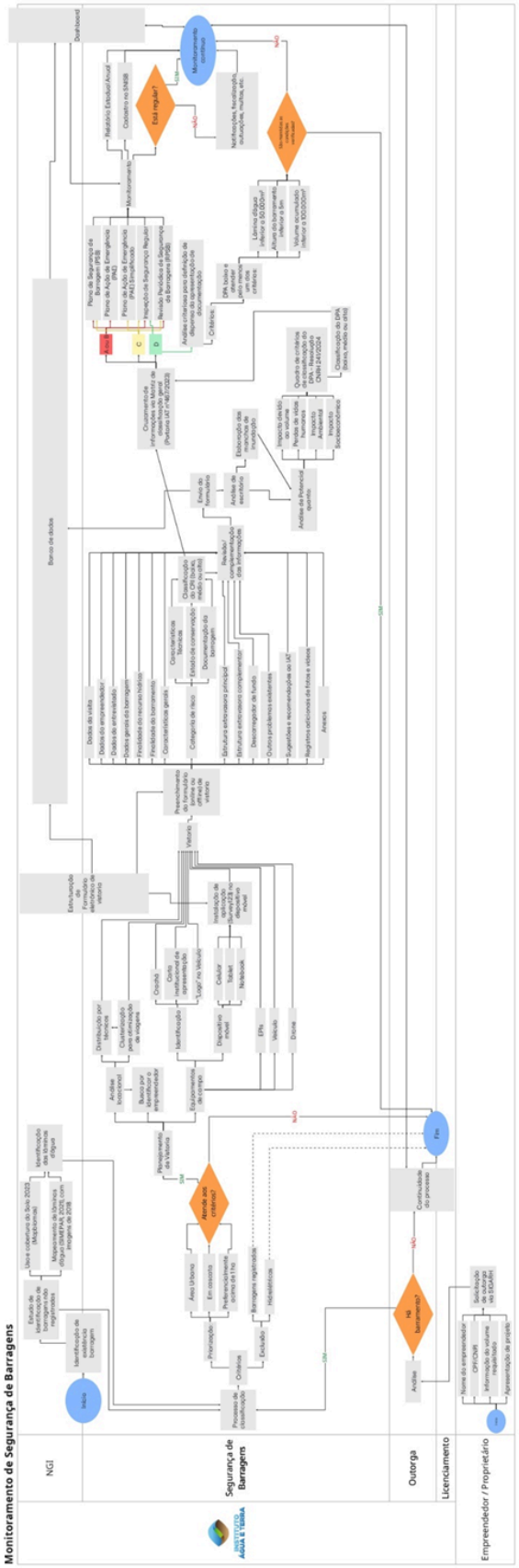
O IAT reafirma seu compromisso em manter as ações de Segurança de Barragens, aliando fiscalização rigorosa à inovação tecnológica.

8.

Anexos

8. ANEXOS

ANEXO 1: FLUXOGRAMA DAS AÇÕES DO SETOR DE SEGURANÇA DE BARRAGENS



Fonte: NGI do IAT, 2025.

ANEXO 2: TABELAS DE DEFINIÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO, DPA E CLASSIFICAÇÃO GERAL DA BARRAGEM, CONSTANTES NOS ANEXOS DA RESOLUÇÃO CNRH Nº 241/2024

CATEGORIA DE RISCO

CLASSIFICAÇÃO	ALTO	CRI ≥ 65
	MÉDIO	35 < CRI < 65
	BAIXO	CRI ≤ 35

DANO POTENCIAL ASSOCIADO

CLASSIFICAÇÃO	ALTO	DPA > 13
	MÉDIO	7 ≤ DPA ≤ 13
	BAIXO	DPA < 7

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO

		DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
		ALTO	MÉDIO	BAIXO
CATEGORIA DE RISCO	ALTO	**A**	**B**	**D**
	MÉDIO	**A**	**C**	**D**
	BAIXO	**A**	**C**	**D**

ANEXO 3: LISTA DAS BARRAGENS DISPENSADAS DA APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS RELATIVOS À SEGURANÇA DE BARRAGENS

Código da barragem	Latitude	Longitude	Status
0231	24.664623°S	49.859595°W	Dispensada
0232	24.679517°S	49.871047°W	Dispensada
1353	23.135900°S	50.388100°W	Dispensada
3001	23.347003°S	50.241070°W	Dispensada
3002	23.349683°S	50.248857°W	Dispensada
3003	23.337629°S	50.249039°W	Dispensada
3006	23.336422°S	50.253175°W	Dispensada
3048	23.390096°S	51.321623°W	Dispensada
3049	23.393735°S	51.326769°W	Dispensada
3081	23.296877°S	51.667311°W	Dispensada
3095	26.275020°S	53.535927°W	Dispensada
3105	26.270890°S	51.616358°W	Dispensada
3124	25.074732°S	48.848469°W	Dispensada
3125	25.110330°S	49.029155°W	Dispensada
3127	25.195780°S	48.989546°W	Dispensada
3132	25.142481°S	48.876006°W	Dispensada
3133	25.237658°S	49.003311°W	Dispensada
3169	24.573962°S	52.790111°W	Dispensada
3172	25.097754°S	51.727470°W	Dispensada
3176	25.219293°S	51.670772°W	Dispensada
3177	25.243915°S	51.750951°W	Dispensada
3211	24.199023°S	52.513230°W	Dispensada
3222	24.524157°S	51.466512°W	Dispensada
3231	25.157169°S	52.101848°W	Dispensada
3243	24.902089°S	53.529795°W	Dispensada
3252	25.049309°S	53.254471°W	Dispensada
3256	25.003032°S	53.444762°W	Dispensada
3258	24.986044°S	53.473437°W	Dispensada
3264	24.609131°S	49.804335°W	Dispensada
3270	24.711284°S	49.707874°W	Dispensada
3272	24.696060°S	49.818710°W	Dispensada
3292	24.617471°S	49.750859°W	Dispensada
3293	24.902321°S	49.702164°W	Dispensada
3294	24.886359°S	49.762363°W	Dispensada
3297	24.693060°S	49.780690°W	Dispensada
3300	24.830448°S	49.719013°W	Dispensada
3306	24.650970°S	49.776042°W	Dispensada
3310	25.166925°S	53.175247°W	Dispensada
3319	25.896065°S	52.464611°W	Dispensada

ANEXO 3: LISTA DAS BARRAGENS DISPENSADAS DA APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS RELATIVOS À SEGURANÇA DE BARRAGENS (continuação)

Código da barragem	Latitude	Longitude	Status
3324	23.911461°S	52.699527°W	Dispensada
3325	23.839591°S	52.669471°W	Dispensada
3326	23.876331°S	52.693512°W	Dispensada
3328	23.767716°S	52.709233°W	Dispensada
3330	26.268898°S	52.491145°W	Dispensada
3366	24.622058°S	53.201066°W	Dispensada
3367	24.571659°S	53.123551°W	Dispensada
3369	23.195956°S	50.577950°W	Dispensada
3371	23.327260°S	50.568416°W	Dispensada
3372	23.251191°S	50.551232°W	Dispensada
3377	23.270906°S	50.525473°W	Dispensada
3381	23.266359°S	50.527592°W	Dispensada
3403	26.067053°S	52.428193°W	Dispensada
3414	26.062967°S	52.410265°W	Dispensada
3415	26.038157°S	52.384430°W	Dispensada
3416	24.120004°S	52.177782°W	Dispensada
3421	25.784147°S	51.045871°W	Dispensada
3423	25.819893°S	51.047658°W	Dispensada
3440	22.596714°S	52.967106°W	Dispensada
3441	22.615399°S	52.936709°W	Dispensada
3443	24.929335°S	54.063287°W	Dispensada
3449	23.606440°S	52.260290°W	Dispensada
3451	23.597371°S	52.255450°W	Dispensada
3468	23.884066°S	51.992519°W	Dispensada
3482	23.326680°S	52.288060°W	Dispensada
3583	24.930040°S	52.929590°W	Dispensada
3585	24.776837°S	52.887795°W	Dispensada
3587	24.763537°S	52.878383°W	Dispensada
3588	25.174320°S	52.725723°W	Dispensada
3589	24.770032°S	52.869735°W	Dispensada
3591	25.168231°S	52.718065°W	Dispensada
3592	24.765217°S	52.881032°W	Dispensada
3593	24.771431°S	52.885078°W	Dispensada
3598	25.203578°S	51.637626°W	Dispensada
3599	25.173013°S	51.363769°W	Dispensada
3600	25.573776°S	51.417873°W	Dispensada
3601	25.199142°S	51.364390°W	Dispensada
3602	25.454716°S	51.413284°W	Dispensada
3604	25.577774°S	51.769067°W	Dispensada
3605	25.468826°S	51.512114°W	Dispensada
3606	25.234045°S	51.354085°W	Dispensada
3607	25.364450°S	51.333118°W	Dispensada
3608	25.442700°S	51.654329°W	Dispensada

ANEXO 3: LISTA DAS BARRAGENS DISPENSADAS DA APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS RELATIVOS À SEGURANÇA DE BARRAGENS (continuação)

Código da barragem	Latitude	Longitude	Status
3609	25.546005°S	51.450410°W	Dispensada
3611	25.470243°S	51.506071°W	Dispensada
3613	25.180369°S	51.577603°W	Dispensada
3614	25.612859°S	51.342636°W	Dispensada
3615	25.554978°S	51.695313°W	Dispensada
3618	25.437466°S	51.563961°W	Dispensada
3619	25.220214°S	51.323720°W	Dispensada
3621	25.324864°S	51.562863°W	Dispensada
3622	25.241317°S	51.414253°W	Dispensada
3623	25.186727°S	51.254715°W	Dispensada
3624	25.253102°S	51.483170°W	Dispensada
3625	25.392851°S	51.258487°W	Dispensada
3629	25.236763°S	51.353037°W	Dispensada
3630	25.574820°S	51.720781°W	Dispensada
3633	25.305283°S	51.437757°W	Dispensada
3634	25.075374°S	48.601463°W	Dispensada
3635	25.083961°S	48.632895°W	Dispensada
3637	25.954728°S	48.642542°W	Dispensada
3639	26.109849°S	52.302295°W	Dispensada
3640	26.201040°S	52.238983°W	Dispensada
3641	26.192300°S	52.259272°W	Dispensada
3642	26.204868°S	52.259683°W	Dispensada
3645	26.062330°S	52.333535°W	Dispensada
3656	23.683955°S	50.264504°W	Dispensada
3664	23.720328°S	50.223263°W	Dispensada
3687	25.656363°S	51.169854°W	Dispensada
3689	25.536784°S	51.316246°W	Dispensada
3690	25.544372°S	51.216652°W	Dispensada
3726	24.308587°S	51.603801°W	Dispensada
3727	24.350560°S	51.705745°W	Dispensada
3730	24.299704°S	51.629574°W	Dispensada
3767	23.398746°S	52.529218°W	Dispensada
3775	24.379207°S	53.451654°W	Dispensada
3781	24.395895°S	52.914735°W	Dispensada
3782	24.356237°S	52.920057°W	Dispensada
3784	24.388512°S	52.912585°W	Dispensada
3794	24.905561°S	52.469451°W	Dispensada
3797	25.235574°S	52.387575°W	Dispensada
3797	25.235574°S	52.387575°W	Dispensada
3798	25.215070°S	52.349758°W	Dispensada
3799	25.198324°S	52.352839°W	Dispensada
3856	24.378679°S	52.304032°W	Dispensada
3879	26.065626°S	52.219451°W	Dispensada

ANEXO 3: LISTA DAS BARRAGENS DISPENSADAS DA APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS RELATIVOS À SEGURANÇA DE BARRAGENS (continuação)

Código da barragem	Latitude	Longitude	Status
3880	26.007304°S	52.147279°W	Dispensada
3881	25.960783°S	52.260278°W	Dispensada
3883	26.015627°S	52.312889°W	Dispensada
3888	26.106282°S	52.273700°W	Dispensada
3889	26.016960°S	52.364124°W	Dispensada
3890	26.062479°S	52.206105°W	Dispensada
3891	25.977521°S	52.265184°W	Dispensada
3933	25.109108°S	52.378859°W	Dispensada
3934	25.130500°S	52.321504°W	Dispensada
3935	25.117340°S	52.144438°W	Dispensada
3951	25.430249°S	48.870166°W	Dispensada
3954	25.471457°S	48.805000°W	Dispensada
3966	24.596212°S	52.608850°W	Dispensada
3987	22.800053°S	52.985656°W	Dispensada
3987	22.800097°S	52.985643°W	Dispensada
4027	24.897449°S	51.787298°W	Dispensada
4028	25.007265°S	51.750972°W	Dispensada
4030	25.003958°S	51.735323°W	Dispensada
4031	24.876115°S	51.791264°W	Dispensada
4045	26.439557°S	51.772097°W	Dispensada
4054	26.531715°S	51.904983°W	Dispensada
4057	26.559875°S	51.718968°W	Dispensada
4058	26.546477°S	51.798500°W	Dispensada
4059	26.536278°S	51.958167°W	Dispensada
4061	26.503285°S	51.883845°W	Dispensada
4064	26.368113°S	51.694022°W	Dispensada
4066	26.400275°S	51.942060°W	Dispensada
4067	26.449630°S	51.957283°W	Dispensada
4077	26.432258°S	51.944675°W	Dispensada
4085	26.520563°S	51.996648°W	Dispensada
4166	25.752778°S	51.396277°W	Dispensada
4168	25.778884°S	51.569660°W	Dispensada
4171	25.843551°S	51.535518°W	Dispensada
4172	25.180369°S	51.577603°W	Dispensada
4189	24.647907°S	51.569755°W	Dispensada
4203	24.646729°S	51.651310°W	Dispensada
4205	24.681334°S	51.554610°W	Dispensada
4298	25°48.936'S	52°01.414'W	Dispensada
4354	24.928474°S	51.991598°W	Dispensada
4508	23.519193°S	52.459852°W	Dispensada
4509	23.495917°S	52.451416°W	Dispensada
4540	23.677094°S	49.785132°W	Dispensada
4548	23.780083°S	51.086583°W	Dispensada

ANEXO 3: LISTA DAS BARRAGENS DISPENSADAS DA APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS RELATIVOS À SEGURANÇA DE BARRAGENS (continuação)

Código da barragem	Latitude	Longitude	Status
4635	25.022233°S	49.060886°W	Dispensada
4653	24.620157°S	53.017140°W	Dispensada
4669	24.938312°S	54.019645°W	Dispensada
5020	23.160855°S	50.045800°W	Dispensada
5038	23.294439°S	50.139823°W	Dispensada
5041	23.330709°S	50.251188°W	Dispensada
5088	23.838817°S	52.240346°W	Dispensada
5204	24.992700°S	53.985542°W	Dispensada
5209	25.057048°S	51.745242°W	Dispensada
5210	25.060950°S	51.311963°W	Dispensada
5232	25.278799°S	51.505069°W	Dispensada
5261	25.510712°S	51.440864°W	Dispensada
5272	25.609030°S	51.552827°W	Dispensada
5305	25.786553°S	51.504359°W	Dispensada
5349	26.101230°S	51.812384°W	Dispensada
5369	26.245669°S	51.693042°W	Dispensada
5407	26.401788°S	51.983810°W	Dispensada
5408	26.397641°S	51.898839°W	Dispensada
5420	26.487642°S	51.971553°W	Dispensada
5428	26.549625°S	51.892958°W	Dispensada
6045	23.150847°S	50.030494°W	Dispensada
6066	23.291453°S	50.174701°W	Dispensada
6069	23.297557°S	50.143675°W	Dispensada
6070	23.297557°S	50.143675°W	Dispensada
6130	23.502205°S	52.248342°W	Dispensada
6329	24.530234°S	53.053263°W	Dispensada
6353	24.682635°S	49.792485°W	Dispensada
6380	24.881670°S	52.487392°W	Dispensada
6390	24.959222°S	54.038955°W	Dispensada
6424	25.231142°S	51.662398°W	Dispensada
6465	25.414011°S	51.590254°W	Dispensada
6674	26.442293°S	52.164610°W	Dispensada
6676	26.469703°S	52.116537°W	Dispensada
7002	25.129860°S	51.906452°W	Dispensada
7003	25.105535°S	51.726472°W	Dispensada
7012	25.774842°S	51.567179°W	Dispensada
7108	26.488717°S	51.779152°W	Dispensada
7111	26.348307°S	51.912218°W	Dispensada
7210	24.860120°S	50.085852°W	Dispensada
7218	24.944987°S	49.784771°W	Dispensada
7221	24.939841°S	49.778745°W	Dispensada
7222	24.945964°S	49.785644°W	Dispensada
7224	24.512919°S	49.466697°W	Dispensada

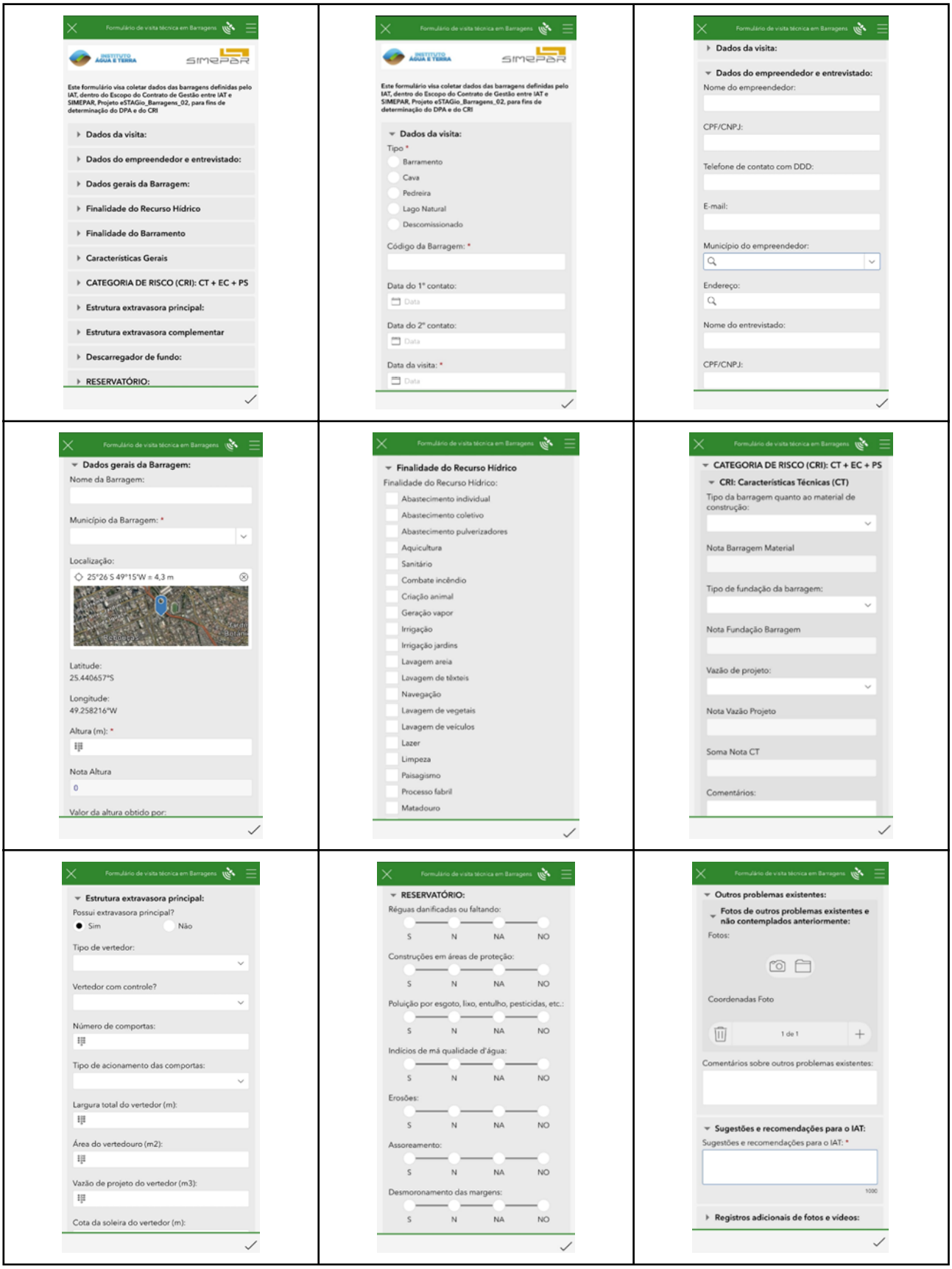
ANEXO 3: LISTA DAS BARRAGENS DISPENSADAS DA APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS RELATIVOS À SEGURANÇA DE BARRAGENS (continuação)

Código da barragem	Latitude	Longitude	Status
4635	25.022233°S	49.060886°W	Dispensada
4653	24.620157°S	53.017140°W	Dispensada
4669	24.938312°S	54.019645°W	Dispensada
5020	23.160855°S	50.045800°W	Dispensada
5038	23.294439°S	50.139823°W	Dispensada
5041	23.330709°S	50.251188°W	Dispensada
5088	23.838817°S	52.240346°W	Dispensada
5204	24.992700°S	53.985542°W	Dispensada
5209	25.057048°S	51.745242°W	Dispensada
5210	25.060950°S	51.311963°W	Dispensada
5232	25.278799°S	51.505069°W	Dispensada
5261	25.510712°S	51.440864°W	Dispensada
5272	25.609030°S	51.552827°W	Dispensada
5305	25.786553°S	51.504359°W	Dispensada
5349	26.101230°S	51.812384°W	Dispensada
5369	26.245669°S	51.693042°W	Dispensada
5407	26.401788°S	51.983810°W	Dispensada
5408	26.397641°S	51.898839°W	Dispensada
5420	26.487642°S	51.971553°W	Dispensada
5428	26.549625°S	51.892958°W	Dispensada
6045	23.150847°S	50.030494°W	Dispensada
6066	23.291453°S	50.174701°W	Dispensada
6069	23.297557°S	50.143675°W	Dispensada
6070	23.297557°S	50.143675°W	Dispensada
6130	23.502205°S	52.248342°W	Dispensada
6329	24.530234°S	53.053263°W	Dispensada
6353	24.682635°S	49.792485°W	Dispensada
6380	24.881670°S	52.487392°W	Dispensada
6390	24.959222°S	54.038955°W	Dispensada
6424	25.231142°S	51.662398°W	Dispensada
6465	25.414011°S	51.590254°W	Dispensada
6674	26.442293°S	52.164610°W	Dispensada
6676	26.469703°S	52.116537°W	Dispensada
7002	25.129860°S	51.906452°W	Dispensada
7003	25.105535°S	51.726472°W	Dispensada
7012	25.774842°S	51.567179°W	Dispensada
7108	26.488717°S	51.779152°W	Dispensada
7111	26.348307°S	51.912218°W	Dispensada
7210	24.860120°S	50.085852°W	Dispensada
7218	24.944987°S	49.784771°W	Dispensada
7221	24.939841°S	49.778745°W	Dispensada
7222	24.945964°S	49.785644°W	Dispensada
7224	24.512919°S	49.466697°W	Dispensada

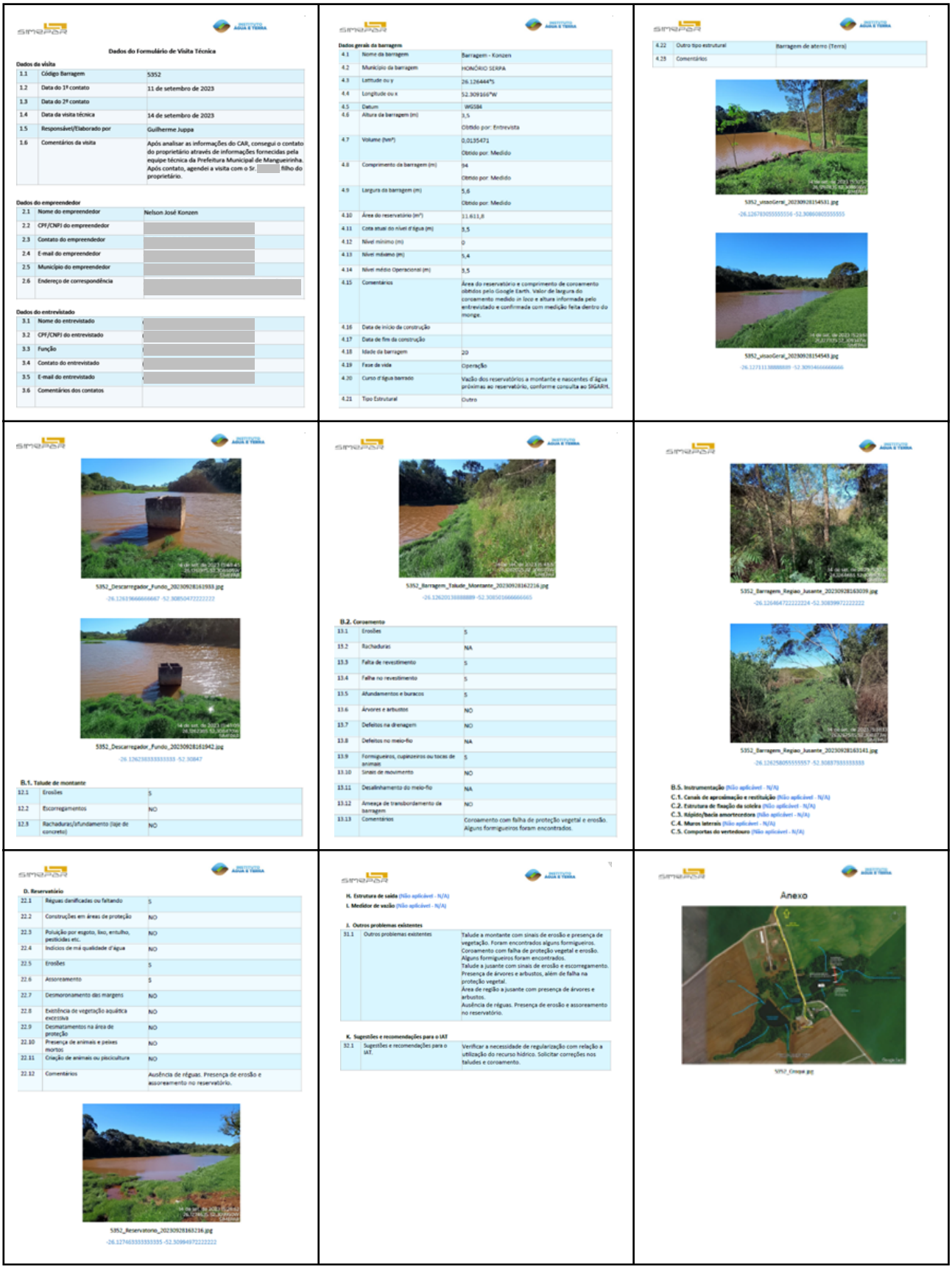
ANEXO 3: LISTA DAS BARRAGENS DISPENSADAS DA APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTOS RELATIVOS À SEGURANÇA DE BARRAGENS (continuação)

Código da barragem	Latitude	Longitude	Status
7225	23.682470°S	49.785736°W	Dispensada
7231	24.789463°S	49.751186°W	Dispensada
7232	24.702251°S	49.860676°W	Dispensada
7241	23.482761°S	50.796914°W	Dispensada
7247	23.286932°N	50.184938°W	Dispensada
7248	23.347625°S	50.250844°W	Dispensada
7249	23.385816°S	50.292086°W	Dispensada
7300	25.523763°S	53.515290°W	Dispensada
7317	22.931852°S	52.361035°W	Dispensada
044-A	23.318972°S	50.628457°W	Dispensada
4003d	24.502139°S	51.930706°W	Dispensada

ANEXO 4: FORMULÁRIO ELETRÔNICO DE COLETA DE DADOS



ANEXO 5: MODELO DE RELATÓRIO DE MONITORAMENTO



Dados do Formulário de Visita Técnica

Dados da visita

1.1	Código Barragem	5352
1.2	Data do 1º contato	11 de setembro de 2023
1.3	Data do 2º contato	
1.4	Data da visita técnica	14 de setembro de 2023
1.5	Responsável/Elaborado por	Guilherme Juppa
1.6	Comentários da visita	Após analisar as informações do CAR, consegui o contato do proprietário através de informações fornecidas pela equipe técnica da Prefeitura Municipal de Mangueirinha. Após contato, agendei a visita com o Sr. [redacted] filho do proprietário.

Dados do empreendedor

2.1	Nome do empreendedor	Nelson José Konzen
2.2	CPF/CNPJ do empreendedor	[redacted]
2.3	Contato do empreendedor	[redacted]
2.4	E-mail do empreendedor	[redacted]
2.5	Município do empreendedor	[redacted]
2.6	Endereço de correspondência	[redacted]

Dados do entrevistado

3.1	Nome do entrevistado	[redacted]
3.2	CPF/CNPJ do entrevistado	[redacted]
3.3	Função	[redacted]
3.4	Contato do entrevistado	[redacted]
3.5	E-mail do entrevistado	[redacted]
3.6	Comentários dos contatos	

Dados gerais da barragem

4.1	Nome da barragem	Barragem - Konzen
4.2	Município da barragem	HONÓRIO SERPA
4.3	Latitude ou y	26.126444°S
4.4	Longitude ou x	52.309166°W
4.5	Datum	WGS84
4.6	Altura da barragem (m)	3,5 Obtido por: Entrevista
4.7	Volume (hm³)	0,0135471 Obtido por: Medido
4.8	Comprimento da barragem (m)	94 Obtido por: Medido
4.9	Largura da barragem (m)	5,6 Obtido por: Medido
4.10	Área do reservatório (m²)	11.611,8
4.11	Cota atual do nível d'água (m)	3,5
4.12	Nível mínimo (m)	0
4.13	Nível máximo (m)	3,4
4.14	Nível médio Operacional (m)	3,5
4.15	Comentários	Área do reservatório e comprimento de coroamento obtidos pelo Google Earth. Valor de largura do coroamento medido in loco e altura informada pelo entrevistado e confirmada com medição feita dentro do monge.
4.16	Data de início da construção	
4.17	Data de fim da construção	
4.18	Idade da barragem	20
4.19	Fase de vida	Operação
4.20	Curso d'água barrado	Vazão dos reservatórios a montante e nascentes d'água próximas ao reservatório, conforme consulta ao SIGARH.
4.21	Tipo Estrutural	Outro
4.22	Outro tipo estrutural	Barragem de aterro (Terra)
4.23	Comentários	

5352_vistaGeral_20230928154531.jpg

-26.126783055555556 -52.308608055555555

5352_vistaGeral_20230928154548.jpg

-26.127111388888889 -52.309146666666666

5352_Descarregador_Fundo_20230928161933.jpg

-26.12619666666667 -52.308504722222222

5352_Descarregador_Fundo_20230928161942.jpg

-26.126238333333333 -52.30847

B.1. Talude de montante

12.1	Erosões	S
12.2	Escorregamentos	NO
12.3	Rachaduras/afundamento (laje de concreto)	NO

5352_Barragem_Talude_Montante_20230928162216.jpg

-26.126201388888889 -52.308501666666665

B.2. Coroamento

13.1	Erosões	S
13.2	Rachaduras	NA
13.3	Falta de revestimento	S
13.4	Falha no revestimento	S
13.5	Afundamentos e buracos	S
13.6	Árvores e arbustos	NO
13.7	Defeitos na drenagem	NO
13.8	Defeitos no meio-fio	NA
13.9	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	S
13.10	Sinais de movimento	NO
13.11	Desalinhamento do meio-fio	NA
13.12	Ameaça de transbordamento da barragem	NO
13.13	Comentários	Coroamento com falha de proteção vegetal e erosão. Alguns formigueiros foram encontrados.

5352_Barragem_Regiao_Jusante_20230928163039.jpg

-26.126464722222224 -52.308399722222222

5352_Barragem_Regiao_Jusante_20230928163141.jpg

-26.126258055555557 -52.308575555555555

B.5. Instrumentação (Não aplicável - N/A)
C.1. Canais de aproximação e restituição (Não aplicável - N/A)
C.2. Estrutura de fixação da soleira (Não aplicável - N/A)
C.3. Rápido/bacia amortecedora (Não aplicável - N/A)
C.4. Muros laterais (Não aplicável - N/A)
C.5. Comportas do vertedouro (Não aplicável - N/A)

D. Reservatório

22.1	Réguas danificadas ou faltando	S
22.2	Construções em áreas de proteção	NO
22.3	Poluição por esgoto, lixo, entulho, pesticidas etc.	NO
22.4	Indícios de má qualidade d'água	NO
22.5	Erosões	S
22.6	Assoreamento	S
22.7	Desmoronamento das margens	NO
22.8	Existência de vegetação aquática excessiva	NO
22.9	Desmatamentos na área de proteção	NO
22.10	Presença de animais e peixes mortos	NO
22.11	Criação de animais ou piscicultura	NO
22.12	Comentários	Ausência de réguas. Presença de erosão e assoreamento no reservatório.

5352_Reservatorio_20230928163216.jpg

-26.127403333333335 -52.30994972222222

H. Estrutura de saída (Não aplicável - N/A)
I. Medidor de vazão (Não aplicável - N/A)

J. Outros problemas existentes

31.1	Outros problemas existentes	Talude a montante com sinais de erosão e presença de vegetação. Foram encontrados alguns formigueiros. Coroamento com falha de proteção vegetal e erosão. Alguns formigueiros foram encontrados. Talude a jusante com sinais de erosão e escorregamento. Presença de árvores e arbustos, além de falha na proteção vegetal. Área de região a jusante com presença de árvores e arbustos. Ausência de réguas. Presença de erosão e assoreamento no reservatório.

K. Sugestões e recomendações para o IAT

32.1	Sugestões e recomendações para o IAT.	Verificar a necessidade de regularização com relação a utilização do recurso hídrico. Solicitar correções nos taludes e coroamento.

Anexo

5352_Croqui.jpg

ANEXO 6: MODELO DE RELATÓRIO DE DANO POTENCIAL ASSOCIADO

RELATÓRIO DE ANÁLISE DO DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)

Este documento tem por objetivo expor o diagnóstico obtido para a classificação da barragem quanto ao Dano Potencial Associado (DPA), por meio de metodologia de geração de manchas de inundação e classificação de DPA (DPA+).

EMPREENDEDOR			
Razão Social			
CPF/CNPJ			
BARRAGEM			
Nome da Barragem			
Código da barragem	9186		
Município	São Pedro do Ivaí		
Latitude	-23,898307404479702	Datum	WGS84
Longitude	-51,875891898487		
Data da classificação	03/07/2025		
Classificação DPA	Baixo		
Elaborado por	Igor Oscar Alves da Rocha Blum		

QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO

Potencial impacto devido ao volume (DPA1)	Potencial de perda de vidas humanas (*) (DPA2)	Potencial de impacto ambiental (DPA3)	Potencial de impacto socioeconômico (DPA4)
MUITO BAIXO Volume ≤ 3 hm³. (1)	BAIXO Não existem pessoas permanentes, residentes ou temporárias na área de inundação, exceto aquelas indispensáveis à operação. (0)	BAIXO Quando a área afetada encontra-se ambientalmente degradada e um eventual rompimento não implica danos ambientais superiores aos relacionados a eventos hidrológicos naturais e frequentes (*) e a estrutura armazena apenas rejeitos inertes ou resíduos inertes (***). (1)	MUITO BAIXO Sem possibilidade de impactar nenhuma área ocupada permanente ou temporariamente na área afetada. (0)
BAIXO 3 hm³ < Volume ≤ 10 hm³. (2)	MÉDIO Existem locais de ocupação temporárias, rodovia, ferrovia, estrada e acessos de uso local (**), mas não existem pessoas ocupando permanentemente ou residentes na área de inundação, além daquelas indispensáveis à operação. (2)	MÉDIO Quando a área afetada não constitui áreas de interesse ambiental protegidas em legislação específica (excluídas APPs) e a estrutura armazena apenas rejeitos inertes ou resíduos inertes (***). (2)	BAIXO Com possibilidade de impactar somente área rural, sem nenhum aglomerado rural (*) na área afetada. (1)
MÉDIO 10 hm³ < Volume ≤ 75 hm³. (3)	ALTO Existem edificações (***) ocupadas permanentemente, residentes na área de inundação, somente em zonas rurais. (4)	ALTO Quando a área afetada atinge áreas de proteção de uso sustentável (**) ou a barragem armazena rejeitos não-inertes ou resíduos não-inertes (***). (3)	MÉDIO Com possibilidade de impactar aglomerado rural (*) ou somente áreas não-urbanizadas de cidade ou vila (*) na área afetada. (2)
ALTO 75 hm³ < Volume ≤ 200 hm³. (4)	MUITO ALTO Existem edificações (***) ocupadas permanentemente, residentes na área de inundação, incluindo zonas urbanas. (5)	MUITO ALTO Quando a área afetada inclui áreas de proteção integral (***) ou a barragem armazena rejeitos perigosos ou resíduos perigosos (***) ou classificados como rejeito radioativo (****). (5)	ALTO Com possibilidade de impactar área urbanizada ou distrito (*), ou descontinuar, pelo menos, uma atividade de grande impacto econômico regional, ou atingir patrimônios históricos ou sítios arqueológicos, comunidades tradicionais (***), terras indígenas ou quilombolas na área afetada. (4)
MUITO ALTO Volume > 200hm³. (5)			MUITO ALTO Com possibilidade de impactar serviços públicos essenciais (**), na área afetada. (5)
	(*) Risco de perda de vidas humanas, dado pelo risco hidrodinâmico, conforme metodologia definida nos guias de boas práticas (inciso X do art.6º da Lei nº 12.334, de 2010) reconhecidos pelos órgãos fiscalizadores de segurança de barragens. Em não havendo mapa com risco hidrodinâmico, nesses termos, será considerada toda a área de inundação. *(**) Não inclui a estrada ou acesso que possa haver na estrutura do empreendimento.* *(***) Não devem ser consideradas as edificações ou ocupações indispensáveis à operação da barragem.*	*(*) Considerar como eventos hidrológicos naturais e frequentes as vazões determinadas com tempo de recorrência de 50 anos.* *(**) Área de proteção de uso sustentável ou áreas de proteção integral conforme o disposto na Lei nº 9.985, de 18 de julho 2000.* *(***) Conforme normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)* *(****) Conforme glossário de termos da Autoridade Nacional de Segurança Nuclear (ANSN).*	*(*) Conforme definição do glossário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).* *(**) Por serviço público essencial competem os que se referem ao provimento de energia, água, saúde, comunicação e educação.* *(***) Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007, ou substituto desse.*
SOMA (DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4)		6	

Quadro de faixas de classificação por dano potencial associado (Água)

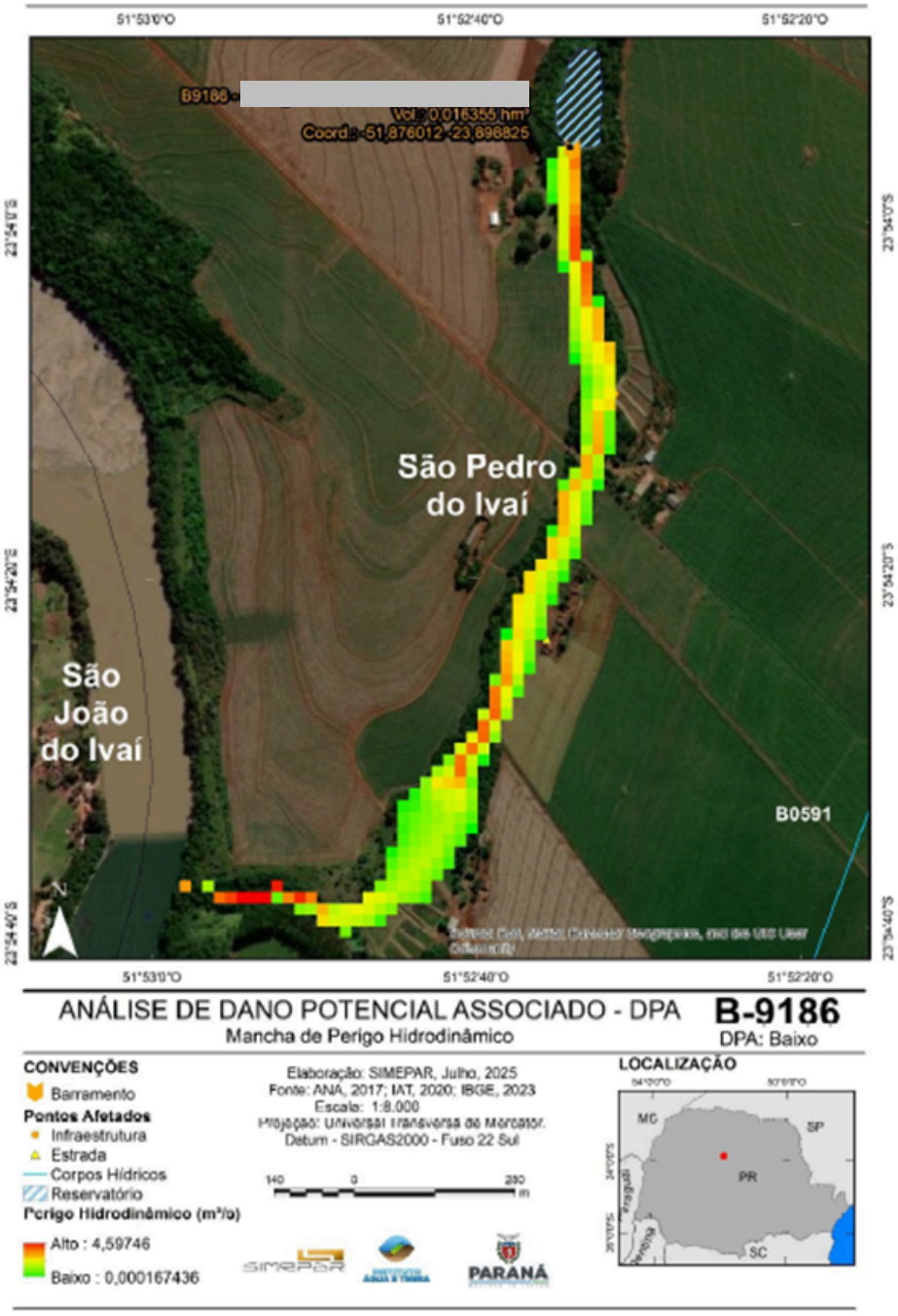
Fórmula de cálculo	Classe de Dano Potencial Associado
(DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4) > 13	ALTO
7 ≤ (DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4) ≤ 13	MÉDIO
(DPA1 + DPA2 + DPA3 + DPA4) < 7	BAIXO

Referência das imagens:
Mapa base ESRI, Vivid Maxar/WV02 res. 0.5 m. (26/04/2021)

ANEXO 7: MODELO DE RELATÓRIO DE LAYOUT DE MANCHA DE INUNDAÇÃO GERADA NO ARCGIS



ANEXO 8: MODELO DE RELATÓRIO DE LAYOUT DA ANÁLISE DA MANCHA DE PERIGO HIDRODINÂMICO GERADA NO ARCGIS



9.

Glossário

9. GLOSSÁRIO

Barragem: Qualquer estrutura construída (dentro ou fora de um curso d'água) com o objetivo de conter ou acumular substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos, abrangendo o barramento e suas estruturas associadas.

Categoria de Risco (CRI): classificação que expressa a probabilidade de ocorrência de falhas ou acidentes em uma barragem, considerando aspectos técnicos relacionados ao projeto, à construção, à operação, à manutenção e ao estado de conservação da estrutura.

Dano Potencial Associado (DPA): classificação que representa a magnitude dos impactos decorrentes de um eventual rompimento ou mau funcionamento da barragem, independentemente da probabilidade de ocorrência, considerando perdas de vidas humanas, impactos socioeconômicos e danos ambientais.

PESB: Política Estadual de Segurança de Barragens, possui minuta de Projeto de Lei, que foi aprovada no Comitê Paranaense de Segurança de Barragens e será encaminhada à Assembleia Legislativa do Paraná.

Plano de Ação de Emergência (PAE): instrumento que estabelece as ações a serem adotadas em situações de emergência envolvendo barragens, visando à proteção da população, à redução de danos e à articulação com os órgãos de resposta, especialmente a Defesa Civil.

Plano de Segurança de Barragens (PSB): instrumento que reúne informações técnicas, procedimentos e registros necessários para assegurar a integridade estrutural e a operação segura da barragem ao longo de sua vida útil, incluindo inspeções, monitoramento, manutenção, identificação de riscos e definição de responsabilidades do empreendedor.

PNSB: Política Nacional de Segurança de Barragens, estabelecida pela Lei 12.334/2010, visa garantir a segurança de barragens no Brasil, minimizando riscos e regulamentando práticas de segurança.

Reservatório: Acumulação não natural de água, substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos resultante da construção de uma barragem

10.

Referências Bibliográficas

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIORESITA, F., PUISSANT, A., STUMPF, A., & MALET, J. P. (2018). A method for automatic and rapid mapping of water surfaces from sentinel-1 imagery. Remote Sensing, 10(2), 217.

BRAKENRIDGE, G.R.; ANDERSON, E. MODIS-based flood detection, mapping, and measurement: The potential for operational hydrological applications. In Transboundary Floods: Reducing Risks through Flood Management; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2006.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinada à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 set. 2010.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 out. 2020.

CNRH - CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 241, de 10 de julho de 2024. Estabelece diretrizes e critérios para a classificação de barragens quanto à Categoria de Risco, ao Dano Potencial Associado e para a gestão da segurança de barragens. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2024.

DU, Y., ZHANG, Y., LING, F., WANG, Q., LI, W., & LI, X. (2016). Water bodies' mapping from Sentinel-2 imagery with modified normalized difference water index at 10-m spatial resolution produced by sharpening the SWIR band. Remote Sensing, 8(4), 354.

FROEHLICH, D. C. Predicting peak discharge from gradually breached embankment dam. Journal of Hydrological Engineering, v. 21, n. 11, 2016.

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Relatório Técnico - Mapeamento dos Espelhos d'água do Brasil. 2005.

GAO, B., 1996. NDWI - a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sensing of Environment 58, 257-266.

GIUSTARINI, L.; HOSTACHE, R.; KAVETSKI, D.; CHINI, M.; CORATO, G.; SCHLAFFER, S.; MATGEN, P. Probabilistic Flood Mapping Using Synthetic Aperture Radar Data. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2016, 54, 1-12.

IRWIN, K., BEAULNE, D., BRAUN, A., & FOTOPOULOS, G. (2017). Fusion of SAR, optical imagery, and airborne LiDAR for surface water detection. Remote Sensing, 9(9), 890. doi:10.3390/rs9090890

MANAKOS, I., KORDELAS, G. A., & MARINI, K. (2019). Fusion of Sentinel-1 data with Sentinel-2 products to overcome nonfavourable atmospheric conditions for the delineation of inundation maps. European Journal of Remote Sensing, 1-14.

MARCUS, W.A.; FONSTAD, M.A. Optical remote mapping of rivers at sub-meter resolutions and watershed extents. Earth Surf. Process. Landf. 2008, 33, 4-24.

MCFEETERS, S.K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing, v.17, n.7, p.1425-1432, 1996. Disponível em https://doi.org/10.1080/01431169608948714

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (continuação)

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MIDR). Resolução CNRH nº 241, de 10 de setembro de 2024. Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por dano potencial associado, por volume e por categoria de risco, em atendimento ao art. 7º da Lei n. 12.334, de 20 de setembro de 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 143/2012, de 10 de julho de 2012. Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

OTTINGER, M.; KUENZER, C.; LIU, G.;WANG, S.; DECH, S. Monitoring land cover dynamics in the Yellow River Delta from 1995 to 2010 based on Landsat 5 TM. Appl. Geogr. 2013, 44, 53-68.

PEKEL, J.F.; COTTAM, A.; GORELICK, N.; BELWARD, A.S. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature Geoscience, v.540, n.7633, p. 418, 2016. doi.org/10.1038/nature20584

PEREIRA, G.H.A, LOHMANN, M., MAGANHOTTO, R.F., 2016. Proposta e avaliação de índices para delimitar e mapear corpos d'água utilizando imagens do satélite LANDSAT 8. Revista Brasileira de Geografia Física 09, 1956-1968.

PARANÁ. Instituto Água e Terra (IAT). Portaria IAT nº 467, de 2023. Estabelece normas, procedimentos e critérios para a segurança de barragens no âmbito do Estado do Paraná. Curitiba, 2023.

ROGERS, A.S., KEARNEY, M.S., 2004. Reducing signature variability in unmixing coastal marsh thematic mapper scenes using spectral indices. International Journal of Remote Sensing 25, 2317-2335.

SMITH, G. P.; DAVEY, E. K.; COX, R. Flood Hazard (WRL Technical Report 2014/07). Sidney: UNSW, 2014.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA

Rua Engenheiro Rebouças, 1.206
Bairro Rebouças
Curitiba - PR

www.iat.pr.gov.br