

**LEANDRO LUIZ REINEHR**

**PROPOSTA DE PROCEDIMENTO TÉCNICO DE REFERÊNCIA  
PARA DESCOMISSIONAMENTO E DESCARACTERIZAÇÃO DE  
BARRAGENS DE USOS MÚLTIPLOS: ESTUDO DE CASO NO  
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.**

Artigo Científico apresentado ao Curso de Especialização em  
Segurança de Barragens; Programa de Pós-Graduação em  
09/05/2024; Escola Politécnica; Universidade Federal da Bahia,  
como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista.

Orientadores: Prof. Dr. Cássia Juliana Fernandes Torres  
Dr. Fernando Alves Cantini Cardozo

Salvador  
2024

**Proposta de Procedimento Técnico de Referência para Descomissionamento e  
Descaracterização de Barragens de Usos Múltiplos: Estudo de Caso no Estado  
do Rio Grande do Sul.**

**Leandro Luiz Reinehr**

Salvador  
2024

**RESUMO** - A necessidade de cumprimento da Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB por vezes inviabiliza a manutenção de reservatórios por parte de empreendedores, sobretudo aqueles que possuem limitações financeiras. Por esse motivo, em algumas situações, se torna mais viável o descomissionamento e descaracterização do reservatório a sua adequação perante os requisitos previstos na lei, independentemente do tamanho do reservatório. O presente trabalho visa elaborar um procedimento técnico com diretrizes que padronize a documentação e procedimentos mínimos para a realização de descomissionamento e descaracterização de barragens de usos múltiplos. A proposta das diretrizes teve como fundamento teórico as recomendações técnicas apresentadas pela atual legislação brasileira e estudos de caso. Após definidas as diretrizes, foi conduzida a etapa de seleção e análise de empreendimentos para a validação da proposta. A validação foi positiva mesmo sendo realizada em reservatórios de pequeno porte, com boa parte das diretrizes sendo contempladas, porém com falta de alguns elementos julgados como essenciais para os projetos, o que corrobora a necessidade da padronização dos projetos trazida pelo procedimento técnico.

**Palavras-chave:** Procedimento Técnico, Diretrizes, Descomissionamento, Descaracterização, Barragens.

**ABSTRACT** - The need to comply with the National Dam Safety Policy (PNSB) sometimes makes it unfeasible for entrepreneurs, especially those with financial limitations, to maintain reservoirs. For this reason, in some situations, the decommissioning and decharacterization of the reservoir becomes more viable than its adaptation to the requirements provided by law, regardless of the reservoir's size. This paper aims to develop a technical procedure with guidelines that standardize the documentation and minimum procedures for the decommissioning and decharacterization of multiple-use dams. The proposed guidelines were theoretically based on the technical recommendations provided by current Brazilian legislation and case studies. After defining the guidelines, a stage of selection and analysis of projects was conducted to validate the proposal. The validation was positive even when carried out on small-scale reservoirs, with many of the guidelines being met, although some elements deemed essential for the projects were lacking, thus emphasizing the need for standardization brought by the technical procedure.

**Keywords:** Technical Procedure, Guidelines, Decommissioning, Decharacterization, Dams

# 1. INTRODUÇÃO

O histórico da legislação brasileira de segurança de barragens tem início na década de 70 do século XX, sem avanços significativos nas décadas de 80 e 90. O assunto foi retomado com a proposição do PL nº 1.181/2003 que, após diversos anos sendo discutido pelo legislativo, deu origem à Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB.

Para Neves *et al.*, 2023, a Lei Federal nº 12.334 de 2010 proporcionou grandes avanços para o tema quando criou classificações quanto ao risco e dano potencial associado de barragens destinadas à acumulação de água de usos múltiplos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, criando também o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB e o Relatório de Segurança de Barragens – RSB. Em atualização à lei nº 12.334, no ano de 2020 foi publicada a lei nº 14.066 que trouxe criou novas exigências para a atuação de empreendedores e fiscalizadores, como a exigência de Plano de Ação de Emergência – PAE para barragens classificadas como de Dano Potencial Associado – DPA Médio e a inclusão de novos itens no conteúdo mínimo do PAE.

A lei nº 12.334, já atualizada pela lei nº 14.066, em seu artigo 1º define quais os requisitos para uma barragem ser enquadrada na Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB: altura do maciço maior ou igual a 15 m; capacidade de armazenamento total maior ou igual a 3.000.000m³; reservatório que contenha resíduos perigosos; categoria de dano potencial associado médio ou alto, e categoria de risco alto (BRASIL, 2010).

A necessidade de cumprimento da Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB, promulgada pela lei nº 12.334, por vezes inviabiliza a manutenção de reservatórios por parte de empreendedores, sobretudo aqueles de menor porte, que na maior parte dos casos possuem limitações financeiras para adequar suas barragens ao que exige a lei. Por esse motivo, em algumas situações, se torna mais viável o descomissionamento e descaracterização do reservatório a sua adequação perante os requisitos previstos na PNSB. O mesmo vale para barragens que não se enquadram na PNSB pois, independentemente de seu porte, as barragens devem ser mantidas em condições de estabilidade, o que muitas vezes não é atendido pelos empreendedores. Neste contexto, deve-se destacar que os conceitos de descomissionamento e descaracterização são distintos.

A lei nº 12.334, em seu Artigo 2º, Inciso XV, traz o conceito de barragem descaracterizada *“aquela que não opera como estrutura de contenção de sedimentos ou rejeitos, não possuindo características de barragem, e que se destina a outra finalidade”* (BRASIL, 2010). Já na Resolução ANM nº 95 de 2022, em seu Artigo 2º, Inciso VIII, são trazidos os conceitos de barragem descaracterizada e descomissionamento, ficando claro que o descomissionamento é a parte inicial do processo de descaracterização da barragem. Para efeito desta Resolução consideram-se *“Descomissionamento o encerramento das operações com a remoção das infraestruturas associadas, tais como, mas não se limitando: a espigotes e tubulações, exceto aquelas destinadas à garantia da segurança da estrutura”* (BRASIL, 2022).

Para Fernandes *et al.* (2020), o descomissionamento de barragens se dá a partir do momento em que não existe mais o lançamento de rejeitos ou a captação de água em barragens de rejeito e de acumulação de água, respectivamente, tornando-as barragens inativas. Mesmo que estejam o descomissionadas, as estruturas não ficam imunes a falhas, podendo apresentar rupturas relacionadas ao aumento do nível freático do barramento causado pelo aumento de nível do reservatório, por exemplo.

Ainda para Fernandes *et al.* (2020), a descaracterização das barragens compreende na remoção total ou parcial do maciço e restabelecimento da drenagem superficial do curso hídrico, com o objetivo de minimizar ou eliminar os riscos existentes a rupturas de barragens inativas.

O senso comum entre os autores pesquisados é de que a descaracterização de uma barragem é viabilizada em comparação aos custos de se manter o maciço monitorado e estável por diversos anos, somado aos custos de se manter o monitoramento e a manutenção de equipamentos não funcionais nessas barragens, que geralmente são mais elevados do que descaracterizar a estrutura, já

que em estruturas descaracterizadas a manutenção de equipamentos é eliminada e o monitoramento vai sendo reduzido conforme a estrutura é removida.

Mesmo havendo diferenças entre os materiais acumulados, as barragens de mineração e as de água muitas vezes compartilham dos mesmos métodos construtivos, portanto, as definições trazidas pela resolução ANM nº 95 sobre as barragens de mineração também podem se aplicar sobre barragens de água com os devidos ajustes, dando suporte a elaboração do procedimento técnico. Além disso, o assunto sobre descaracterização está mais evoluído no âmbito de barragens de mineração e, por este motivo, foi necessária a pesquisa e citação de conceitos de barragens de mineração trazidos pela referida resolução, mesmo que barragens de mineração não sejam o objeto de estudo neste trabalho.

Seguindo o disposto na lei nº 12.334, o Estado do Rio Grande do Sul, sob a figura do Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento – DRHS da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura – SEMA, deve realizar o cadastramento, outorga e fiscalização de qualquer reservatório para usos múltiplos, salientando que se entendem como reservatórios de usos múltiplos todos aqueles que não são para usos de geração de energia, de acúmulo de resíduos industriais ou de mineração. Segundo consulta realizada em abril do ano de 2024 ao Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB, o estado detém a maior quantidade de cadastros realizados nacionalmente, com o total de 10.226 reservatórios. Destes, 1.021 se aplicam à PNSB, onde se enquadram em ao menos um dos requisitos da lei.

Como responsável pela fiscalização, existe no DRHS o Grupo de Trabalho de Segurança de Barragens, instituído através da Portaria SEMA nº 168, de 04 de junho de 2019, alterada pelas Portarias SEMA nº 014, de 20 de janeiro de 2020, e Portaria SEMA nº 119, de 27 de junho de 2022, que vem elaborando relatórios sobre a segurança de barragens no Estado desde então. No momento, a fiscalização se dá através de denúncias pontuais ou solicitações do Ministério Público do RS. Até o ano de 2020 eram realizadas campanhas de vistorias em barragens que estão paradas no momento.

Acontecimentos importantes a serem trazidos são os episódios de chuvas extremas no mês de setembro de 2023 no Rio Grande do Sul em que houve o rompimento de 4 barragens, sendo duas no município de Camaquã e duas no município de Canguçu. As barragens tiveram rompimento em cascata, onde uma barragem rompeu a montante e a água acumulada ocasionou o rompimento da segunda. Nenhuma das referidas barragens se enquadrava na PNSB e, ainda que sem vítimas humanas, trouxeram grandes transtornos. Esses episódios demonstraram que mesmo que não se enquadrem na PNSB, as barragens têm um grande potencial de impactos associados em situações de incidentes/acidentes e que muitos empreendedores não possuem interesse ou capital financeiro para manter seus barramentos dentro dos níveis de segurança exigidos, podendo a descaracterização ser uma ótima alternativa.

No estado do Rio Grande do Sul, a realidade sobre a manutenção de muitas barragens é bastante precária, senão inexistente, trazendo riscos à população. Inúmeras barragens estão em uma situação tão crítica que se torna mais viável realizar sua descaracterização do que recuperar o maciço, mesmo que os custos com a descaracterização e recuperação ambiental da área sejam altos. É de conhecimento do DRHS que existem empreendedores que demonstram a vontade de realizar a descaracterização, porém, a falta de um termo de referência gera muitas dúvidas por parte de empreendedores e da própria equipe de analistas quanto aos procedimentos mínimos necessários para a realização da descaracterização de uma barragem de usos múltiplos.

Diante do exposto, o presente trabalho visa elaborar um procedimento técnico (termo referência) que norteie os empreendedores e padronize a documentação e procedimentos mínimos a serem adotados para a realização da descaracterização de barragens de usos múltiplos. Cabe salientar que este procedimento técnico servirá de orientação, não sendo o objetivo determinar aos empreendedores como as barragens devem ser descaracterizadas, pois as técnicas de descaracterização de barragens são diversas e devem ser avaliadas caso a caso sobre sua viabilidade no universo de barragens construídas, já que cabe aos empreendedores e responsáveis técnicos determinarem o método e andamento dos projetos.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Para a elaboração deste trabalho serão utilizados como base de literatura: (I) Lei Federal nº 12.334 de 2010 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens; (II) Resolução ANM nº 95 de 2022 que consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração; (III) Definição de conceitos sobre descomissionamento e descaracterização de barragens e; (IV) Estudos de caso de descomissionamento e descaracterização de barragens de usos múltiplos.

### 2.1. Legislação Federal sobre Barragens

Segundo a lei nº 12.334 de 2010, já alterada pela lei 14.066 de 2020, em seu Artigo 2º, Inciso I, fica definido o conceito de barragem:

*Art. 2º. I - barragem: qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas (BRASIL, 2010).*

Dentro do Artigo 3º, inciso II da lei 12.334 de 2010, é trazido o objetivo da regulamentação sobre a desativação e descaracterização de barragens:

*Art. 3º São objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):*

*II - regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros de barragens; (BRASIL, 2010).*

No âmbito da resolução ANM nº 95 de 2022, para NEVES, *et al.* (ANO), o Artigo 2º desta resolução trouxe atualizações sobre a definição de estruturas, bem como a definição sobre o que são barragens de mineração descaracterizadas e as etapas mínimas de implementação da descaracterização destas barragens, o que não é trazido na lei nº 12.334. Cita ainda que a principal mudança em relação às resoluções anteriores envolve o acompanhamento mínimo de dois anos após a conclusão das obras de descaracterização, que envolve a etapa de monitoramento ativo e a possibilidade de realização de monitoramento passivo após o período mínimo obrigatório, o que pode ser interessante ser adotado em barragens de água.

Cabe trazer outras definições da resolução ANM nº 95 além das que foram mostradas na introdução deste trabalho, que tratam principalmente sobre o monitoramento necessário no projeto de descaracterização de barragens de mineração:

*Art. 2º. Para efeito desta Resolução consideram-se:*

*VIII...*

*d) Monitoramento: acompanhamento pelo período mínimo de 2 (dois) anos após a conclusão das etapas anteriores, objetivando assegurar a eficácia das medidas de estabilização e de controle hidrológico e hidrogeológico, que deve ser dividido em até duas fases, sendo estas:*

*1. Monitoramento ativo: compreende o período mínimo obrigatório de 2 (dois) anos estabelecido no item 'd', podendo ser estendido conforme definição do projetista, tendo por base estudo de ruptura hipotética, que considere as condições reológicas do rejeito, os níveis freáticos atualizados e o volume mobilizável fisicamente possível, devendo ser*

*mantidas as obrigações de elaboração e atualização da documentação técnica fixadas na norma, bem como a periodicidade de inspeções, níveis de monitoramento da instrumentação geotécnica, emissões de relatórios e declarações estabelecidas para as barragens em fase operacional;*

*2. Monitoramento passivo: Período adicional não obrigatório de monitoramento, exceto se exigido formalmente pela ANM, com duração, instrumentação e frequência de aquisição de dados definidas pelo projetista, compreendido entre o fim do monitoramento ativo e o efetivo descadastramento da estrutura, objetivando alcançar os critérios preconizados nas normas técnicas e legais e nas boas práticas da engenharia para a garantia da estabilidade física e química de longo prazo. (BRASIL, 2022).*

Fica claro que a possibilidade de descaracterização de barragens é prevista pela legislação, com procedimentos definidos para o caso de barragens de rejeito e que a possibilidade de realização desse tipo de trabalho pode se tornar menos custoso do que manter a estrutura em conformidade com a legislação. O que se percebe é que o assunto não é tratado de forma clara e muitas vezes não é conhecido como alternativa a manter a estrutura em funcionamento.

## **2.2. Descomissionamento e Descaracterização de Barragens**

Massignan (2022) apresenta que não há um entendimento geral sobre o que significa descaracterização de barragens, onde questiona se o significado pode apresentar diversas interpretações como: remover toda a barragem e os rejeitos do reservatório ou somente estabilizar a estrutura através da drenagem dos rejeitos e desviando o fluxo superficial de água?

A Lei nº 12.334 e a resolução ANM nº 95 de 2022 trazem definições claras sobre o descomissionamento e descaracterização de uma barragem, dando uma base robusta do que é necessário ser realizado para, de fato, ser concluída a descaracterização.

Segundo De Paula (2021) é importante ressaltar que no processo de descaracterização nem sempre ocorrerá a remoção total da barragem ou o esvaziamento do rejeito, sendo necessário garantir a estabilidade da estrutura e que esta não possa mais receber rejeitos de mineração, assim não atuando mais como uma barragem. O processo é bastante complexo e pode ser inviável de ser executado. Enquanto na visão de Massignan (2022), o objetivo maior na descaracterização de barragens deve ser a redução dos riscos para o meio ambiente e comunidades no seu entorno, mas há poucos casos práticos documentados sobre os impactos da descaracterização de barragens. Essa falta de documentação leva a um conhecimento limitado sobre o assunto e, por esse motivo, deve haver uma revisão sistemática na literatura conhecida para contribuir com os projetos, execução e o monitoramento das barragens descaracterizadas.

Fica claro que, para ambos os autores, o objetivo principal da descaracterização das barragens é manter um ambiente seguro para comunidades próximas e para o meio ambiente e caso seja a opção em projeto de deixar parte da estrutura no local, que a estrutura resultante seja estável e segura.

De Paula, (2021) traz como exemplo fotografias da barragem denominada “8B” da mina de Águas Claras, pertencente à Vale, no município mineiro de Nova Lima, antes e após o processo de descaracterização apresentadas nas Figuras 1 e 2 respectivamente.

**Figura 1:** Barragem 8B - Vale - Antes da descaracterização



**Fonte:** Vale S.A.

**Figura 2:** Barragem 8B - Vale - Depois da descaracterização



**Fonte:** Vale S.A.

De Paula (2021) traz que, devido à complexidade do assunto, foi necessário elaborar diversas formas de realizar a descaracterização de barragens, conforme a especificidade de cada estrutura. Na Tabela 1 são apresentados exemplos dos métodos de descaracterização elaborados pela Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia conforme, trazidos pela autora:

**Tabela 1:** Métodos de descaracterização

Métodos de descaracterização
Desmonte total com aproveitamento de rejeitos e construção de aterro de reforço
Desmonte total com aproveitamento de rejeitos sem construção de aterro de reforço



Desmonte total sem aproveitamento de rejeitos sem construção de aterro de reforço
Desmonte parcial com aproveitamento de rejeitos e construção de aterro de reforço
Desmonte parcial sem aproveitamento de rejeitos com construção de aterro de reforço
Desmonte parcial sem aproveitamento de rejeitos sem construção de aterro de reforço
Sem desmonte e sem aterro de reforço
Sem desmonte com aterro de reforço.

**Fonte:** Adaptado FDTE (Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia), 2021

Com o material trazido pelos autores, pôde ser constatado que o assunto é de grande complexidade quando envolvidas barragens de mineração, com grande dificuldade de realização do trabalho de descomissionamento e descaracterização por conta do tipo de construção das barragens e tipo de material armazenado. Já para barragens de uso múltiplo, o trabalho pode ser um pouco mais simples pelo menos no quesito de esvaziamento do material armazenado, sendo necessário somente deixar a água escoar de forma controlada pelo leito do curso hídrico mais próximo. A complexidade nesse caso será com a forma que o barramento será desmontado pois existem várias formas de serem construídos.

### 2.3. Descomissionamento e descaracterização de Barragens – Estudos De Caso

Dias, Glauco G. (org), *et al.*, (2018), descreve, em seu artigo apresentado na Terceira Conferência Internacional sobre Barragens, o caso de descaracterização da barragem denominada Gegraf devido a inviabilidade econômica de recuperação e manutenção desta. A barragem possuía as seguintes características: barragem Gegraf, município de Itapecerica, estado de Minas Gerais. Barragem de terra para acumulação de água, com altura máxima de 9,0 m, capacidade de armazenamento de 91.950 m<sup>3</sup> e ocupação a jusante eventual. Ainda segundo os autores, no caso da barragem Gegraf, segundo a Lei Federal 12.334 de 2010, a barragem em questão não se enquadraria na política nacional de segurança de barragens pois não atende a nenhum dos critérios estabelecidos no seu artigo 1º.

Apesar de não se enquadrar na PNSB, Dias, Glauco G. (org), *et al.*, 2018, relata que o uso da água da barragem para abastecimento industrial por diversos anos veio por enquadrar a barragem nas Deliberações Normativas nº 87 e 124 do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM), que classificou a barragem Gegraf como classe II (Potencial Médio de Dano Ambiental), sendo necessária a realização de inspeção de segurança da barragem a cada dois anos. Além disso, legislação estadual determinou que diversas adequações deveriam ser realizadas para a recuperação da barragem.

Um outro fator é que a barragem ficou em um nível muito precário de manutenção devido à diferentes gestões da empresa, tornando as obras para adequação da barragem inviáveis financeiramente. De acordo com estudo realizado por empresa terceira, foi constatado que: O vertedouro era subdimensionado; A inclinação do talude de jusante era muito alta; Havia excesso de vegetação no talude de jusante, impossibilitando inclusive a realização de inspeção no pé do talude. Em voo de drone, porém, foi constatado acúmulo de água nessa região; Falta de instrumentação indicada em projeto antigo de manutenção da barragem; Relato em registros anteriores de erosão interna da barragem.

Diante de todos os problemas detectados na barragem, o reservatório foi esvaziado como paliativo para redução dos riscos de estabilidade da barragem. Como alternativa à captação de água na barragem foram perfurados poços tubulares profundos e um ponto de captação em córrego próximo à empresa foi implementado. Com a garantia de abastecimento por outras fontes, foi decidido pela descaracterização da barragem.

Para Fernandes *et al.*, (2020), a descaracterização segue etapas dependentes de fatores como projeto, custo, técnica e prazo. O custo costuma ser elevado e as despesas aumentam ainda mais quando o fator ambiental é levado com a seriedade necessária, porém, os custos podem ser compartilhados entre partes interessadas com a descaracterização, efetivando sua execução. Seja

qual for a opção de descaracterização, é essencial manter a estabilidade da estrutura durante o processo, assegurando bons fatores de segurança e o processo deve ser monitorado do início ao fim, garantindo quaisquer ajustes necessários ao projeto de descaracterização.

Ainda para Fernandes *et al.*, (2020), outro aspecto importante a ser analisado em projeto é a sedimentação do reservatório a ser descaracterizado. Em barragens de acumulação de água é comum que haja o transporte de sedimentos pelo corpo hídrico com sua deposição no reservatório, sendo necessária a avaliação do tipo de sedimento presente e qual consequência trará para o corpo hídrico a jusante da barragem para que o impacto ambiental seja minimizado. Uma solução comum para o esvaziamento de reservatórios é a abertura de brecha no maciço com a liberação gradual da água acumulada. É um método lento, mas que traz vantagens ecológicas devido a taxa fixa de liberação de sedimentos à jusante.

Mesmo que muitas vezes seja mais viável a descaracterização da barragem à sua manutenção, o assunto gera relutância de investimento por parte de proprietários pois o montante a ser desembolsado geralmente é bastante considerável. O caso da barragem Gegraf trazido pelo autor demonstra o descaso contínuo que as estruturas passam com relação a sua manutenção, sequer sendo vistoriadas. Tal descaso trouxe tantos problemas à estrutura que foi mais viável realizar a sua descaracterização e procurar outras formas de captação da água necessária ao empreendimento. O exemplo, infelizmente, é muito comum em outras barragens de usos múltiplos.

Dias, Glauco G. (org), *et al.*, (2018) relata que o projeto de descaracterização da barragem consistiu na criação de uma brecha no maciço de modo a permitir o escoamento natural do curso hídrico, além da recuperação ambiental da área do reservatório. Para isso, uma campanha de levantamento aéreo por drone foi executada. Antes da abertura da brecha foi necessário realizar o bombeamento de todo o volume de água do reservatório para aumentar a segurança durante a escavação do maciço além de mostrar a real situação do seu fundo. O material da escavação foi depositado na área do antigo reservatório e foi recuperada através do plantio de gramíneas e a área restante do reservatório foi revegetada com árvores. Além disso foi destacada a necessidade do resgate de peixes durante o processo de esvaziamento do reservatório.

A escavação da brecha teve início pela crista da barragem até seu fundo, mantendo a inclinação do talude em 1H: 2V, com a implantação de enrocamento no leito do curso hídrico e cobertura de gramíneas acima do enrocamento. O dimensionamento do enrocamento foi realizado considerando o fluxo máximo de água previsto no local. A execução dos trabalhos foi planejada para a estação seca, entre maio e setembro, evitando assim maior bombeamento de água do reservatório e outras obras para barrar a água de chuvas.

Já Fernandes *et al.*, (2020), relata que o projeto de descaracterização da barragem foi elaborado pensando na abertura de brecha transversal no maciço para restauração do fluxo do corpo hídrico. Para a realização do projeto, foram realizados levantamentos locais, o estudo hidrológico da bacia para prever a vazão do corpo hídrico e o levantamento do volume de água do reservatório. Após o levantamento e projeto de bombeamento, foi dado o início do bombeamento através de duas balsas de tambor próximas à crista da barragem, com a água bombeada sendo direcionada para rio próximo à barragem. Nesse caso, não se optou pelo prévio esvaziamento do reservatório, sendo realizada a escavação da brecha simultaneamente ao bombeamento. Para garantir a estabilidade dos taludes e como revestimento do fundo do canal de escoamento do curso hídrico foram utilizados gabiões, garantindo assim a não ocorrência de erosão.

O projeto foi também previsto para ocorrer na estação seca, de setembro a abril para facilitar o bombeamento e execução dos trabalhos. O processo de escavação foi iniciado pela crista da barragem com a garantia de borda livre mínima de 3 metros do nível d'água, com o encontro da brecha escavada com a comporta de fundo da ombreira direita. Para garantir a segurança do serviço executado, foram realizadas análises de estabilidade da estrutura restante e simulação de rápido esvaziamento do reservatório, que demonstrou ser necessário o bombeamento do reservatório antes da abertura da brecha no maciço.

Nos estudos de caso apresentados, a solução para a descaracterização das estruturas foi bastante similar, consistindo inicialmente no bombeamento para redução do nível do reservatório com posterior abertura de brecha no maciço da barragem para que fosse mantida a vazão do corpo

hídrico, com algumas diferenças de projeto para cada caso. Como apontado por um dos autores, esse tipo de processo de descaracterização de barragens é bastante comum dada a relativa facilidade de execução e recuperação ambiental.

#### **2.4. Uma pequena visão sobre o Descomissionamento e Descaracterização de Barragens na Índia**

Além do Brasil, o descomissionamento e descaracterização de barragens é uma preocupação em outros países, tendo esse assunto sido mais discutido internacionalmente após os episódios de rompimento das barragens de rejeito em Mariana e Brumadinho - MG. Como breve exemplo, Agoramoorthy (2015), traz em seu trabalho o debate sobre a destinação pensada para as antigas barragens da Índia, que, assim como o Brasil, possui dificuldades sobre como realizar o trabalho por falta de literatura técnica sobre o tema. Segundo o autor, a convicção de que todas as estruturas de engenharia têm um limite de idade máximo, incluindo as barragens. Afirma ainda que diversos países em desenvolvimento, incluindo a Índia, não possuem o devido conhecimento científico sobre descomissionamento de barragens. Desta maneira, não podem ser previstas as consequências ambientais decorrentes da remoção das barragens. Para ele a remoção de barragens há muito tempo é conhecida por restaurar o fluxo natural dos rios, levando à revitalização da fauna nativa no ecossistema frequentemente fragmentado dos rios.

O descomissionamento de barragens antigas se tornou popular nos Estados Unidos, onde 680 barragens foram removidas no período de 100 anos, porém, apenas em torno de 5% dos estudos sobre os impactos da remoção de barragens foram publicados (AGORAMOORTHY, 2015). Desta maneira, são necessários maiores estudos para um melhor entendimento dos benefícios da remoção de barragens. Estudos sobre a remoção de barragens na Suécia demonstraram que o trabalho deve ser muito bem planejado, contando com o envolvimento de comunidades possivelmente afetadas e demais interessados, que gerando conciliação entre as partes envolvidas, segundo Lejon, Renofalt e Nilson (2009, *apud* Agoramoorthy, 2015).

Mesmo que a Índia queira adotar o modelo dos EUA para a remoção de barragens, deve estar preparada para monitorar o processo de antes e depois da remoção das barragens, de forma que sejam registrados os resultados a longo prazo e se tenham dados realistas sobre o impacto da remoção das barragens, levando ao entendimento sobre a recuperação ecológica, restauração e outros processos ligados ao fluxo do rio (AGORAMOORTHY, 2015). Tal monitoramento condiz em partes com o que ficou determinado na Resolução ANM nº 95 de 2022.

Cabe lembrar que, diferente do Brasil, a Índia tem grandes episódios anuais de cheias devido ao fenômeno das chuvas de Monção da Ásia, que costumam ocorrer entre junho e setembro. Estes eventos têm se tornado cada vez mais destrutivos como prováveis consequências do aquecimento global. Os volumes de chuva têm quebrado recordes e as antigas barragens têm sofrido com vazões acima das projetadas, colocando em risco as estruturas. Por estar próximo a cadeia de montanhas do Himalaia, além das chuvas, o país enfrenta episódios de terremotos, o que traz ainda mais risco para as barragens do país, trazendo desafios para a comunidade científica e a classe política da Índia.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia do presente estudo foi desenvolvida em duas partes: (I) a elaboração de diretrizes para nortear empreendedores e auxiliar a padronização de tópicos e documentação mínimos a serem encaminhados ao Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento – DRHS, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul – SEMA-RS, no que diz respeito ao descomissionamento e descaracterização de barragens de usos múltiplos enquadradas ou não na Política Nacional de Segurança de Barragens e (II) seleção e análise de empreendimentos que já foram descomissionados ou descaracterizados no estado para validação da proposta.

A proposta das diretrizes teve como fundamento teórico as recomendações técnicas apresentadas pela Lei Federal nº 12.334/2010 e suas alterações, as regulamentações da Resolução ANM nº 95/2020 e estudos de caso de descaracterização de barragens de usos múltiplos em outros

estados da federação. Além da pesquisa à legislação e autores, será utilizado como base para solicitação do conteúdo mínimo de projeto de descomissionamento e descaracterização o Termo de Referência para Elaboração do Relatório Técnico de Descadastramento de Barragem, elaborado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM do estado de Minas Gerais, adaptado para o uso nas barragens do estado do Rio Grande do Sul.

Essas diretrizes serão direcionadas a reservatórios que são de responsabilidade do DRHS, não inclusos nestes: barragens em rios que fazem divisas de estados ou países, barragens ou reservatórios construídos pela União, barragens para aproveitamento hidrelétrico e barragens de mineração. Posteriormente a proposta das diretrizes será levada para a equipe do DRHS para avaliação e caso seja aprovada, será incorporada como fluxo de descomissionamento e descaracterização de barragens no SIOUT, o que trará ainda mais facilidade para o processo administrativo. As diretrizes serão divididas em duas partes: (I) informações sobre o empreendedor e a barragem, utilizando os dados que são solicitados na etapa de o cadastro do SIOUT e (II) a apresentação do projeto de descomissionamento e descaracterização da barragem através do encaminhamento via e-mail para o DRHS.

Após definidas as diretrizes, foi conduzida a etapa de seleção e análise de empreendimentos para a validação da proposta, sendo selecionados processos de barragens descomissionadas ou descaracterizadas já analisados e aprovados pelo DRHS. Foram selecionadas barragens que possuem o mínimo de critério de construção, com estrutura bem estabelecida e não construídas de maneira ilegal, descartando barramentos construídos com simples acúmulo de sacarias ou enrocamento dentro da calha de cursos hídricos. A validação das diretrizes se dará pela conferência dos itens da proposta nos processos selecionados. As informações a respeito dos empreendedores serão mantidas em sigilo. A Tabela 2 apresenta a seleção dos empreendimentos escolhidos para a validação.

**Tabela 2:** Descrição dos empreendimentos selecionados.

<b>Estudo de caso</b>	<b>Descritivo</b>
<b>Empreendimento “A”</b>	Reservatório construído no município de Candiota em 1989, utilizado para fornecimento de água para processo de beneficiamento de minério, com barragem construída em terra homogênea e núcleo argiloso. Este reservatório armazena água proveniente de lençol freático e de origem pluvial, não possuindo contribuição de curso hídrico. A barragem possui as seguintes características: capacidade de 4.101 m <sup>3</sup> , altura máxima da taipa de 4,8 metros, altura máxima de água de 1,8 metros e área de acumulação de 4.700 m <sup>2</sup> . Além disso, não possui construções a jusante, isentando assim a inserção na Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB.
<b>Empreendimento “B”</b>	Reservatório construído no município de Garibaldi, utilizado para fins paisagísticos, escavado diretamente no solo. Este reservatório armazena água proveniente de chuva, não possuindo contribuição de curso hídrico. O reservatório possui as seguintes características: capacidade de aproximadamente 5.378 m <sup>3</sup> , profundidade máxima de água de 1,8 metros e área de acumulação de 3.127 m <sup>2</sup> . Pela sua dimensão e características construtivas a barragem não está inserida na Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB.
<b>Empreendimento “C”</b>	Oito reservatórios construídos no município de Vera Cruz, utilizados para fins de irrigação e dessedentação animal, escavados diretamente no solo. Os reservatórios armazenam água proveniente de contribuição de curso hídrico local. Os reservatórios possuem as seguintes características: capacidade variando entre 612 m <sup>3</sup> e 10.680 m <sup>3</sup> , profundidade máxima variando entre 1,2 e 2 metros e área de acumulação variando entre 489 m <sup>2</sup> e 8.216 m <sup>2</sup> . Devido a suas dimensões e características construtivas não estão inseridos na Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB.

**Fonte:** projetos apresentados ao DRHS do Rio Grande do Sul

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a primeira etapa das diretrizes serão utilizadas como base as informações solicitadas na etapa de cadastro da ferramenta de regularização do Estado do Rio Grande Do Sul, o Sistema de Outorga do Rio Grande do Sul – SIOUT RS, plataforma onde devem ser realizados todos os cadastros e solicitações de outorga de intervenções hídricas, sejam elas superficiais ou subterrâneas. No ano de 2018, através da portaria SEMA nº 110, foi instituída a obrigatoriedade do SIOUT – RS (Figura 3) para os processos administrativos relacionados ao uso dos recursos hídricos sob a gestão do Estado do Rio Grande do Sul.

O cadastro, na sua etapa de Informações Específicas da Intervenção, realiza de forma automática a classificação de risco da barragem conforme as informações inseridas pelo usuário, o que poupa tempo na realização do projeto. Além disso, o cadastramento das barragens no SIOUT – RS garante uma base sólida de dados onde poderão ser realizados trabalhos em diferentes áreas de estudo, através da consulta à base de dados do sistema.

**Figura 3:** Ambiente inicial do SIOUT



**Fonte:** SIOUT – RS.

Antes de dar seguimento às diretrizes do procedimento técnico, é importante informar algumas definições a respeito de barragens trazidas pelo Artigo 2º do Decreto nº 52.931, de 7 de março de 2016. São elas:

*Açude: qualquer estrutura artificial de terra, de alvenaria, de concreto simples ou de armado, com ou sem escavação, para acumulação de águas pluviais diretamente incidentes na respectiva bacia de contribuição ou as oriundas de cursos d'água de característica efêmera ou desvio de parte da vazão de curso d'água, devendo ser constituído de mínimo maciço e vertedouro.*

*Barragem de acumulação: qualquer estrutura artificial de terra, de alvenaria, de concreto simples ou de armado, localizada em um curso d'água superficial permanente ou intermitente, excluídos aqueles de características efêmeras, para fins de contenção ou acumulação de*

água, devendo ser constituído de mínimo maciço e vertedouro, podendo a sua área alagada atingir Área de Preservação Permanente (APP).

*Barragem de nível: Qualquer estrutura artificial de terra, de alvenaria, de concreto simples ou de armado, localizada em um curso d'água superficial permanente ou intermitente, excluídos aqueles de características efêmeras, para fins de manutenção ou elevação do nível d'água, não podendo obstruir totalmente o curso d'água. (RIO GRANDE DO SUL, 2016)*

Cabe salientar que, a fim de simplificação, foram consideradas como barragens todas as definições supracitadas, já que este trabalho se aplicará a todos os tipos de reservatórios definidos pelo Decreto nº 52.931, uma vez que tanto os açudes quanto as barragens definidas possuem barramento e são passíveis de descomissionamento e descaracterização.

## 4.1. DEFINIÇÃO DAS DIRETRIZES

A definição das diretrizes será dividida em duas partes: a primeira segue o fluxo já existente no Sistema de Outorga do Rio Grande do Sul – SIOUT-RS e a segunda deverá ser encaminhada através de e-mail por limitações momentâneas no SIOUT.

### 4.1.1. Cadastro da Barragem

A barragem deverá ser cadastrada no SIOUT, acompanhando o fluxo de informações definido no sistema, que é dividido em 6 etapas. Cada etapa trata de informações específicas sobre o usuário de água (empreendedor), sobre o imóvel e sobre a barragem. As etapas “Usuário de Água” e “Localização”, solicitam informações voltadas ao empreendedor e localização do imóvel, conforme ilustra a Tabela 3.

**Tabela 3:** Etapas “Usuário de Água” e “Localização” do cadastro no SIOUT – RS

Etapa Usuário de água	<b>Identificação do Usuário de Água</b>	CNPJ/CPF / Razão social ou nome / Nome Fantasia: (opcional) / Inscrição Estadual: (opcional)
	<b>Contato do Usuário de Água</b>	E-mail / Telefone / Celular: (opcional)
	<b>Endereço de correspondência do Usuário de Água</b>	Logradouro / Nº/km / Complemento / Bairro/ UF/ Município / Distrito/ CEP / Caixa Postal
	<b>Vinculação de Representante legal (somente para usuário CNPJ)</b>	CPF / Nome do representante legal
	<b>Identificação do Usuário de Água</b>	Nesse campo deve ser anexado documento que comprove a vinculação do representante legal com a empresa. O documento para comprovação do vínculo do representante legal a ser adicionado nessa etapa pode ser a ata de posse, estatuto, contrato social, declaração ou procuração.
Etapa Localização	<b>Identificação da localização da intervenção</b>	Tipo de área / Vínculo do usuário de água com a localização da intervenção / Upload do recibo de inscrição do imóvel rural no CAR / Tipo de documento / Upload do documento de propriedade/posse / Nome da localização da intervenção / Área total da localização / Finalidade do imóvel / O cadastro está sendo feito em função de fiscalização? Sim ou Não / Existe rede pública disponível para conexão nesta localização? Sim ou Não
	<b>Proprietário(s) da localização da intervenção</b>	Deseja adicionar outro(s) proprietário(s)? Sim ou Não
	<b>Endereço de localização da intervenção</b>	UF / Município / Distrito / Localidade / Descrição de acesso do imóvel
	<b>Endereço de correspondência</b>	Deseja utilizar o endereço de correspondência do usuário de água: Sim ou Não - Caso seja selecionado “Sim”, o sistema considera o endereço cadastrado na etapa “Usuário de água”. Caso “Não”,

		preencher: Logradouro / N°/km / Complemento / Bairro / UF / Município / Distrito / CEP / Caixa Postal
--	--	--

**Fonte: SIOUT – RS**

As etapas “Intervenção” e “Geo” solicitam informações específicas sobre a barragem, é na etapa “Intervenção” que são solicitadas as informações que definem se a barragem se enquadra ou não na PNSB. Na etapa “Geo” podem ser anexados arquivos do tipo “.kml” ou “.kmz” com base de georreferenciamento no sistema SIRGAS 2000 ou a geometria do reservatório e o ponto de captação podem ser desenhados utilizando as ferramentas disponíveis no SIOUT.

Já a etapa “Finalidades” solicita que seja informado um ou mais usos para a barragem em uma lista pré-estabelecida. Ao final, na etapa “Conclusão”, são repassadas todas as informações anteriores do cadastro para revisão e, estando todas as informações corretas, o cadastro pode ser finalizado. A barragem deverá ser devidamente caracterizada e identificada, apresentando no mínimo, as informações apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4:** Etapas “Intervenção”, “Geo”, “Finalidades” e “Conclusão” do cadastro no SIOUT – RS

<b>Etapa Intervenção</b>	<b>Identificação do ponto de intervenção</b>	Natureza da intervenção: Nesse campo deverá ser selecionado “Água superficial” / Situação atual da intervenção: Nesse campo deverá ser selecionado “Operação” ou “Desativada” / Tipo da fonte de captação: Açude, Barragem de acumulação ou Barragem de nível / Tipo de intervenção: Nesse campo deverá ser selecionado “Cadastro apenas da barragem”
	<b>Informações específicas da intervenção</b>	Nome da barragem / Volume normal armazenado: (m³) / Área normal do reservatório: (m²) / Comprimento da taipa: (m) / Altura máxima da taipa: (m) / Altura máxima do nível d'água: (m) / Altura normal do nível d'água: (m) / Vazão regularizada: (m³/s) / Vazão mínima remanescente à jusante: (m³/s). <b>Esse campo só é solicitado para barragens de acumulação.</b> / Há proteção no talude de montante? Sim ou Não / Existem captações nesta barragem? Sim ou Não
		<b>Sistema composto:</b> Sistema composto diz respeito a mais de uma fonte de alimentação da barragem ou captações, onde, por exemplo, uma barragem ou açude fornece água a outro além do rio ou canal. Este cadastro faz parte de um sistema composto? Sim ou Não
<b>Etapa Geo</b>	<b>Georreferenciamento da intervenção</b>	<b>Açude:</b> devem ser informadas 2 geometrias no mapa: 1 polígono, referente à área do açude, e 1 ponto, referente ao ponto central do açude.
		<b>Barragem de acumulação:</b> devem ser informadas 2 geometrias no mapa: 1 polígono, referente à área da barragem, e 1 ponto, referente ao ponto central do eixo da barragem.
		<b>Barragem de nível:</b> devem ser informadas 2 geometrias no mapa: 1 polígono, referente à área da barragem, e 1 ponto, referente ao ponto central do eixo da barragem.
<b>Etapa Finalidades</b>	<b>Finalidades de uso/demanda</b>	Nesta etapa devem ser marcados as finalidades de usos que mais se encaixam para a barragem, sendo obrigatório selecionar ao menos um uso. Conforme do uso selecionado, diferentes informações complementares serão solicitadas.
<b>Etapa Conclusão</b>	Nessa etapa serão repassadas todas as informações prestadas nas etapas anteriores para conferência. Se todas as informações estiverem corretas, o cadastro deve ser concluído. Antes da finalização, o termo de concordância deve ser lido e, caso o responsável concorde, o cadastro é finalizado.	

**Fonte: SIOUT – RS**

Após a finalização do cadastro um comprovante é gerado no SIOUT, contendo informações como o número do cadastro e um resumo de todas as informações prestadas pelo usuário. Este

comprovante pode ser salvo ou impresso. Caso sejam necessárias quaisquer modificações no cadastro, é possível realizar sua edição na aba “Ações”, “Editar cadastro”.

#### 4.1.2. Projeto de Descomissionamento e Descaracterização

Esta etapa foi elaborada tendo como base o Termo de Referência para Elaboração do Relatório Técnico de Descadastramento de Barragem, elaborado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM do Estado de Minas Gerais, adaptado para o uso nas barragens do estado do Rio Grande do Sul. O SIOUT ainda necessita da inclusão de um fluxo específico para solicitações de descaracterização de barragens. Está prevista a implementação de melhorias e inclusões dos fluxos em um próximo contrato de manutenção que ainda depende de finalização. Por esse motivo, após a realização do cadastro é necessário o encaminhamento do projeto de descomissionamento e descaracterização da barragem através do e-mail: [seguranca-barragens@sema.rs.gov.br](mailto:seguranca-barragens@sema.rs.gov.br).

Somente após a análise e aprovação do projeto poderá ser dado início às obras de descaracterização e após a realização dos serviços deverá ser encaminhado relatório descritivo sobre as obras realizadas. O conteúdo mínimo a ser apresentado no projeto de descaracterização será descrito na sequência.

##### 4.1.2.1. Identificação dos Responsáveis pelo Projeto

Esta etapa será dividida em duas e tem como objetivo a identificação dos responsáveis técnicos pela elaboração do relatório técnico para solicitação de descaracterização da estrutura, conforme a Tabela 5.

**Tabela 5:** Identificação dos responsáveis pelo relatório técnico

<b>Responsáveis pelo Projeto</b>	<b>Responsável Geral</b>	Responsável técnico pela elaboração do relatório técnico de descaracterização da estrutura. Informar: Nome: Formação: CPF: CREA: Telefone: E-mail:
	<b>Equipe Responsável</b>	Identificação dos profissionais da equipe que atuaram na elaboração do relatório técnico. Informar: Nome: Formação: CPF: CREA:

**Fonte:** Adaptado de Fundação Estadual de Meio Ambiente - FEAM

##### 4.1.2.2. Situação da Barragem

Esta etapa foi elaborada levando em consideração toda a pesquisa realizada, buscando garantir que sejam informados dados relevantes sobre as barragens para um projeto de descomissionamento e descaracterização bem executado. Quanto mais complexa a barragem, maior a quantidade de informações necessárias para o projeto a fim de ter uma base sólida e confiável sobre a real situação do reservatório e garantia da estabilidade de possíveis estruturas remanescentes. Desta maneira serão solicitadas as informações a seguir:

- Apresentar comprovante de cadastro da barragem no SIOUT-RS.
- Contextualizar e indicar a atual situação da área ocupada pela barragem, justificando tecnicamente as razões que levaram ao descomissionamento e descaracterização da estrutura.
- Apresentar a matriz de classificação quanto ao dano potencial associado (DPA) e categoria de risco (CRI), conforme Resolução CNRH nº 143 de 2012.



- d) Apresentar topografia da área e perfil da seção central da barragem, antes e depois das obras de descomissionamento e descaracterização.
- e) Descrever o projeto e obras de descomissionamento e descaracterização, indicando os responsáveis pela execução da obra.
- f) Descrever as medidas de recuperação ambiental da área remanescente referentes ao manejo e a proteção do solo, dos recursos hídricos, a estabilidade geotécnica e a recomposição da cobertura vegetal.
- g) Apresentar o programa de manutenção e monitoramento para o período pós-intervenção, incluindo a instrumentação remanescente, até que o ambiente atinja a estabilidade geotécnica e ambiental.
- h) Assinatura do responsável técnico pelo projeto elaborado.
- i) Análise de estabilidade da obra resultante (taludes, crista etc.), caso exista.

**Para reservatórios que interceptem cursos d'água ou nascentes, deverão ainda ser apresentadas:**

- j) Estudo levando em consideração séries históricas de precipitação e vazão, estudos hidrológicos e hidráulicos, visando atestar a segurança da estrutura.
- k) Garantia da Vazão da estrutura resultante, caso existente.
- l) Medidas a serem implementadas para a recuperação da drenagem natural.

**Para reservatórios que se enquadrem na PNSB, realizar também:**

- m) Apresentar o último relatório de inspeção realizado na barragem.
- n) Descrever resumidamente a situação das recomendações da última vistoria realizada na barragem.
- o) Caso a última declaração de condição de estabilidade da barragem tenha sido negativa, informar explicitamente os fatores de segurança da estrutura remanescente após as obras realizadas.
- p) Análise de estabilidade do maciço ao esvaziar o reservatório.
- q) Batimetria a fim de diagnosticar a possível sedimentação do reservatório. Caso a batimetria comprove a sedimentação do reservatório, descrever se haverá a remoção e como esta será realizada.

#### **4.1.2.3. Anexos**

Nesta etapa deverão ser apresentados documentos complementares aos solicitados na situação da barragem, contendo no mínimo:

- a) Apresentar a anotação de responsabilidade técnica – ART referente ao relatório de descomissionamento e descaracterização.
- b) Apresentar relatório fotográfico, identificando claramente as anomalias e medidas corretivas realizadas, caso existentes;

#### **4.1.3. Relatório dos Serviços Realizados**

Após a realização da descaracterização deverá ser encaminhado relatório descritivo e fotográfico dos serviços realizados, comprovando a descaracterização da barragem. O relatório deverá apresentar em detalhes realização das obras apresentadas no projeto, identificando os elementos construtivos da estrutura remanescente, se couber, quanto ao maciço, taludes, crista e sistema de drenagem.

#### **4.1.4. Relatórios de Manutenção e Monitoramento**

Por fim, após a apresentação do relatório dos serviços realizados deverão ser apresentados os

relatórios do programa de manutenção e monitoramento das estruturas remanescentes, caso existentes, seguindo o projeto e cronograma apresentados.

## 4.2. VALIDAÇÃO DAS DIRETRIZES

Após a elaboração das diretrizes foi realizada a sua validação, utilizando como base processos de barragens já descomissionadas ou descaracterizadas no estado. Foram comparados os documentos e informações solicitadas nas diretrizes com o que foi apresentado em cada um dos processos encaminhados.

### 4.2.1. Barragem Empreendimento “A”

Para a barragem em questão, não foi realizado o cadastro no SIOUT pois ela já possuía portaria de outorga anterior a implementação do cadastro na plataforma. No projeto houve a apresentação da matriz de classificação quanto ao DPA e CRI, utilizando como base relatório de vistoria realizada pelo DRHS, chegando à conclusão de não classificação na PNSB. Além disso, foi contextualizada a atual situação da área ocupada pela barragem, justificando o descomissionamento estrutura. A barragem está sendo descomissionada devido ao encerramento das atividades de mineração no local. A Figura 4 apresenta a situação da barragem na época da apresentação do projeto. Segundo o empreendedor, o reservatório nunca foi completamente enchido, por isso a pequena profundidade de lâmina d’água.

**Figura 4:** Talude de montante barragem do empreendimento “A”



**Fonte:** Projeto de descomissionamento barragem do empreendimento “A”

Nesta barragem foi realizado somente o processo de descomissionamento, sem realização de obras de descaracterização. Após a apresentação do projeto, o DRHS emitiu parecer indicando ao empreendedor que realizasse o cadastro e outorga da barragem com a finalidade de harmonia paisagística. Junto com a anotação de responsabilidade técnica – ART, foi apresentado levantamento topográfico, mostrando o perfil da seção central da barragem bem como foram descritas, de maneira bem simplificada, as medidas de recuperação ambiental da área remanescente referentes ao manejo e a proteção do solo, dos recursos hídricos, a estabilidade geotécnica e a recomposição da cobertura vegetal.

Foi apresentado relatório fotográfico, identificando as anomalias detectadas, principalmente a grande presença de vegetação, com a conclusão errônea de que esta vegetação está contribuindo para a estabilização do maciço. Conforme relatório de vistoria realizada pelo DRHS, os taludes

possuem grande quantidade de vegetação de médio a grande porte, o que pode ser constatado através das fotos encaminhadas no projeto. Não foi apresentado nem solicitado um plano de monitoramento, o que pode indicar o abandono da estrutura pelo empreendedor, por esse motivo, torna-se importante a solicitação de plano de monitoramento da barragem.

O projeto apresentado contém boa parte das diretrizes do procedimento técnico proposto, demonstrando que o procedimento está em acordo com o que vem sendo realizado na área de descomissionamento e descaracterização de barragens.

#### **4.2.2. Barragem Empreendimento “B”**

Se trata de açude escavado com projeto de aterro para sua descaracterização sem o cadastro realizado no SIOUT. Neste caso não foi apresentada matriz de classificação, porém, conforme projeto e plantas anexadas, apresenta baixo risco por se tratar de um açude de pequenas dimensões e profundidade. Foi realizada contextualização da atual situação da área ocupada pela barragem, justificando o descomissionamento da estrutura devido à falta de uso e o desejo do empreendedor de melhor aproveitamento da área. Além disso, as margens do reservatório apresentam pequeno processo erosivo e, segundo o empreendedor, o reservatório raramente fica cheio, situação que só acontece em períodos de forte precipitação de chuvas no local. A Figura 5 mostra a situação do reservatório na época do projeto.

**Figura 5:** Vista geral do reservatório do empreendimento “B”



**Fonte:** projeto de descomissionamento barragem do empreendimento “B”

Junto com a anotação de responsabilidade técnica foi apresentado levantamento topográfico da área e perfil das seções do reservatório, dando base ao cálculo de seu volume e foram descritas as medidas de recuperação ambiental da área remanescente referentes ao manejo e a proteção do solo, dos recursos hídricos e a recomposição da cobertura vegetal. A água do reservatório foi totalmente bombeada a fim de certificar que não existiam nascentes ou quaisquer outras contribuições de águas subterrâneas para seu enchimento, o que ficou confirmado. Conforme o projeto, imediatamente após a realização do aterro será providenciado o plantio de gramíneas e um pomar no local.

Foi apresentado relatório fotográfico, identificando as anomalias detectadas com destaque para os processos erosivos das margens do reservatório e mudança de ponto de descarga das calhas de escoamento de água da chuva, que eram responsáveis pelo enchimento do reservatório. Junto a isso, foi apresentado cronograma de realização das obras, porém não foi apresentado nem solicitado um plano de monitoramento, já que se trata de aterro total da área do reservatório, não restando estruturas a serem monitoradas. Mesmo sendo um projeto simples de aterro do reservatório, este foi realizado de maneira muito próxima ao procedimento técnico proposto, apresentando grande parte das informações na documentação encaminhada.



#### 4.2.3. Barragens Empreendimento “C”

Trata-se de 8 açudes escavados (Figura 6) com projeto de aterro para sua descaracterização, todos cadastrados no SIOUT e com matrizes de classificação de CRI e DPA elaboradas pelo próprio sistema seguindo a Resolução CNRH nº 143 de 2012. Conforme projeto e plantas anexadas, os reservatórios possuem pequenas dimensões e volumes, apresentando baixo risco de ruptura.

**Figura 6:** Vista aérea dos reservatórios do empreendimento “B”



**Fonte:** projeto de descomissionamento do empreendimento “C”

Junto aos comprovantes de cadastro dos açudes no SIOUT foi apresentada a contextualização da atual situação da área ocupada pelos açudes, justificando a descaracterização das estruturas. Os açudes serão descaracterizados devido a não serem mais utilizados pelo empreendedor, não estarem em boas condições de conservação e pela deterioração da qualidade da água que os abastecem. A água é proveniente de curso hídrico que passa próximo à propriedade, sendo captada por canais ligados a este. Este curso hídrico passa pelo centro do município de Vera Cruz, onde recebe grande volume de esgoto da cidade, chegando contaminada aos açudes.

Além disso, foi apresentada a anotação de responsabilidade técnica – ART juntamente ao relatório fotográfico, identificando as anomalias detectadas. No relatório é indicado que quatro dos açudes perderam sua condição de estanqueidade por falta de manutenção e permanecem a maior parte do tempo secos. É indicado ainda que foram observadas erosões nos taludes e processo de assoreamento em todos os açudes. A ação do assoreamento descrito é visível em dois dos açudes, onde os sedimentos já ultrapassaram o nível de água dos reservatórios. Segundo o responsável técnico, o longo período de falta de manutenção levou à deterioração dos açudes, onde sua

recuperação se tornaria mais cara que sua descaracterização. A Tabela 6 apresenta as características dos açudes descritas no projeto.

**Tabela 6:** Características dos açudes do empreendimento “C”

Açude	Volume (m³)	Área (m²)	Profundidade Máxima (m)
01	10.680	8.216,16	2
02	3.097	2.382	1,5
03	2.470	1.974	1,5
04	612	489	1,2
05	845	731	1,5
06	2.455	2.455	1,7
07	1.193	1.193	1,5
08	2.364	2.364	2

Fonte: SIOUT – RS

O esvaziamento será realizado através do fechamento das entradas de água e da abertura de brechas nas taipas dos açudes que ainda possuem água. Após a constatação de que não existem nascentes será realizado o aterro completo dos açudes e nivelamento do terreno conforme apresentado no cronograma de execução das obras. Igualmente ao empreendimento “B”, foi apresentado ou solicitado um plano de monitoramento, pois se trata de aterro total da área dos reservatórios, não restando estruturas a serem monitoradas. Mesmo não apresentando todos os elementos previstos nas diretrizes, o projeto do conjunto de açudes contém, mais uma vez, boa parte das informações previstas nas diretrizes apresentadas, o que corrobora novamente com o procedimento elaborado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este procedimento técnico foi elaborado para trazer propostas de exigências mínimas para o descomissionamento e descaracterização de barragens no Estado do Rio Grande do Sul, sendo um ponto de partida para a padronização dos procedimentos no RS, devendo ser aperfeiçoado conforme o acúmulo de experiência no assunto pelo DRHS.

Por não haver até o momento no DRHS nenhum projeto de descomissionamento ou descaracterização de uma grande barragem nem de barragens instaladas dentro de cursos hídricos, foram avaliadas somente barragens de pequeno porte (açudes), onde nenhuma delas era enquadrada na PNSB, o que trouxe dificuldades de validação completa da proposta. Algum momento no futuro, com a apresentação de projeto para uma grande barragem, será possível realizar a validação de toda a proposta, onde prováveis ajustes e correções serão aplicados.

Pôde-se constatar que, mesmo se tratando de barragens de pequeno porte, os projetos utilizados para validação se encaixam nas diretrizes elaboradas, com boa parte das informações prestadas, porém com falta de alguns elementos julgados como essenciais para os projetos. Em cada um dos projetos houve a falta de um elemento diferente da outra, o que corrobora a necessidade da padronização dos projetos trazida pelo procedimento técnico.

O assunto ainda está em estágio muito inicial não somente no Brasil, mas no mundo como um todo, onde não há sequer o consenso sobre o que se trata descomissionamento e descaracterização de barragens, ainda será necessário um longo período de estudos. A comoção gerada pelas tragédias de Mariana e Brumadinho trouxe mais luz ao assunto de segurança de barragens, levando a proibição de construção e exigência de descaracterização de todas as barragens de mineração construídas pelo método a montante no Brasil.

A situação de abandono é constatada em grande quantidade de barragens no RS, inclusive em grandes barragens, através de vistorias de fiscalização realizadas pelo DRHS. Tal situação de

abandono culminou no rompimento de quatro barragens de menor porte no ano de 2023, com um dos episódios nacionalmente conhecido por filmagens de veículo da PRF sendo arrastado pela inundação gerada.

Por fim, espera-se que o trabalho realizado seja aceito pela equipe do DRHS e proporcione a necessária padronização nos procedimentos em processos de descomissionamento e descaracterização de barragens no RS, ajudando o DRHS nas análises dos processos e na implantação dos fluxos no SIOUT – RS.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 6022**: informação e documentação: artigo em publicação periódica científica impressa: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR6028**: resumos. Rio de Janeiro, 2003. 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002. 6 p.

BRASIL. **Lei nº 12.234, de 20 de setembro de 2010**. Brasília, 2010. Disponível em <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm)>. Acesso em 20 fev. de 2024.

BRASIL. **Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020**. Brasília, 2020. Disponível em <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/114066.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114066.htm)>. Acesso em 20 fev. de 2024.

BRASIL. **Resolução ANM Nº 95, de 07 de fevereiro de 2022**. Brasília, 2022. Disponível em <<https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/legislacao/resolucao-no-95-2022.pdf>>. Acesso em 22 fev. de 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto nº 52.931, de 7 de março de 2016**. Porto Alegre, 2016. Disponível em <[https://ww3.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.asp?Hid\\_Tipo=TEXT0&Hid\\_TodasNormas=62876&hTexto=&Hid\\_IDNorma=62876](https://ww3.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.asp?Hid_Tipo=TEXT0&Hid_TodasNormas=62876&hTexto=&Hid_IDNorma=62876)>. Acesso em 23 abr. de 2024.

DE PAULA, IÊSSA SOARES. **Estado da Arte da Descaracterização de Barragens de Rejeito em Minas Gerais**. Monografia para finalização de curso de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto 2021. 50p.

AGORAMOORTHY, GOVINDASAMY. **The future of India's obsolete dams: Time to review their safety and structural integrity**. Elsevier Taiwan. Disponível em <<https://www.elsevier.com/locate/futures>>. Acesso em 21 fev. de 2024. 2015. Artigo traduzido

MASSIGNAN, RAFAELA SHINOBE; SÁNCHEZ, LUIS ENRIQUE. **O que significa descaracterizar barragens de rejeitos de mineração? Uma revisão sistemática da literatura**. SciELO Brasil – Engenharia Sanitária e ambiental. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1413-415220200422>>. 2022. 10p.

DIAS, GLAUCO G.; OLIVEIRA, VICTOR R. F.; FURTADO, ANDRÉ S. O.; COLOBAROLLI, JOSÉ M. **Decision-making: Dam Decommissioning as an Alternative to Regulation**. Third International Dam World Conference, Brazil, Foz do Iguaçu, 2018. Artigo traduzido.

NEVES, LUIZ P.; JÚNIOR, ELIEZER S. G.; FRANCO, YARA B.; DE MORAIS, LETICIA P.; CALIXTO, KALYL G.; SENA, GLÓRIA L. S.; DOS SANTOS, ALVARO A. VON G.; CRUZ, CLAUDINEI O.; DE SOUSA, GISELE D. B.; DOS SANTOS, ANA C. B.; DE AMORIM, MARCIO C.; GALO, DAVID DE BARROS; BECHTOLD, MICHELINE. **Report Trimestral Descaracterização de Barragens Montante Setembro**. Superintendência de Segurança de Barragens de Mineração com auxílio da Coordenação de Gerenciamento de Risco Geotécnico em Barragens de Mineração, ANM 2023, Brasil.

FERNANDES, RAFAELA BALDI; DA SILVA, LENNON DE SOUZA MARCOS; SIEIRA, ANA CRISTINA FONTENLA. **Estudo de Caso: Descomissionamento e descaracterização de barragens de água para fins de acumulação.** Cobramseg 2020, Brasil, Campinas, 2020. Artigo