XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
XII Congresso Luso Brasileiro de Geotecnia (CLBG)
XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF
DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.1/60

Requisitos e Diretrizes para Descaracterização de Barragem com Abordagem na Recuperação Ambiental

Eduardo Jorge Nunes Cavalcanti
Engenheiro Geotécnico, TPF Engenharia/UFPE, Recife, Brasil, eduardo.jcavalcanti@ufpe.br

Pedro Daniel Uchôa Dantas
Coordenador Corporativo, TPF Engenharia/PUC Minas, Brasília, Brasil, pedro.dantas@tpfe.com.br

Túlio Pedrosa de Souza
Engenheiro Geotécnico, TPF Engenharia/UFPE, Recife, Brasil, tulio.pedrosas@ufpe.br

Samuel França Amorim
Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil, UFPE, Recife, Brasil, samuel.famorim@ufpe.br.

Cecília Maria Mota Silva Lins
Professora Adjunta do Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, Recife, Brasil, cecilia.lins@ufrpe.br.

RESUMO: Os desastres recentes envolvendo o rompimento de barragens de mineração evidenciaram graves problemas ambientais e sociais, reforçando a necessidade de medidas voltadas à segurança e à recuperação das áreas afetadas. Nesse contexto, a Lei nº 14.066/2020 determinou a recuperação, desativação ou descaracterização de barragens que não apresentem condições adequadas de segurança, sobretudo daquelas alteadas a montante, priorizando a sustentabilidade e a reabilitação ambiental,. O estudo tem como objetivo apresentar requisitos e diretrizes para a elaboração de um plano de recuperação ambiental em processos de descaracterização de barragens de mineração, com base em revisão bibliográfica. A metodologia compreendeu três etapas: (1) construção de um referencial teórico sobre descaracterização de barragens de rejeito no Brasil; (2) análise de estudos que propõem soluções aplicáveis ao plano de recuperação ambiental; e (3) sistematização de diretrizes para elaboração do plano. Os resultados destacam bases legais e técnicas para essas atividades, com foco nos impactos socioambientais e na estabilidade de taludes expostos. A literatura indica como medidas adequadas a revegetação com especies nativas, uso de hidrossemeadura com manta vegetal e aplicação de dispositivos de drenagem, com fins de proteção contra processos erosivos. Além disso, a remineração é apontada como alternativa sustentável para reduzir volumes de rejeitos e recuperar minerais remanescentes.

PALAVRAS-CHAVE: Rejeito remanescente, cobertura vegetal nativa, monitoramento, remineração.

ABSTRACT: Recent disasters involving the failure of mining tailings dams have highlighted severe environmental and social impacts, reinforcing the need for measures aimed at improving safety and promoting the recovery of affected areas. In this context, Law No. 14.066/2020 established the requirement for the recovery, decommissioning, or decharacterization of dams that do not meet adequate safety conditions, particularly those constructed using the upstream raising method, prioritizing sustainability and environmental rehabilitation. This study aims to present requirements and guidelines for the development of an environmental recovery plan in mining tailings dam decharacterization processes, based on a bibliographic review. The methodology comprised three stages: (1) the development of a theoretical framework on tailings dam decharacterization in Brazil; (2) the analysis of studies proposing solutions applicable to environmental recovery plans; and (3) the systematization of guidelines for the preparation of such plans. The results highlight legal and technical foundations for these activities, focusing on socio-environmental impacts and the stability of exposed slopes. The literature indicates that suitable measures include revegetation with native species, the use of hydroseeding combined with vegetation mats, and the implementation of drainage devices to protect against erosive processes. In addition, remining is identified as a sustainable alternative to reduce tailings volumes and recover remaining minerals.

KEYWORDS: Residual tailings, native vegetation cover, monitoring, remining.

1 INTRODUÇÃO

O rompimento de barragens é uma problemática ambiental e social grave. Os eventos em Mariana (MG) em 2015, seguido por Brumadinho (MG) em 2019, são exemplos trágicos. Tais acontecimentos resultaram em perda de vidas humanas, danos ambientais significativos e prejuízos financeiros substanciais (Rocha *et al.*, 2016). Thomé e Ribeiro (2019) abordam que barragens de rejeito, ativas ou desativadas, podem representar uma grande ameaça à vida humana e ao meio ambiente caso não sejam adequadamente monitoradas e descaracterizadas.

A descaracterização de barragens de mineração é regulamentada pela Lei n.º 14.066 de 2020, que alterou a Lei n.º 12.334 de 2010 (Brasil, 2020) e que estabeleceu a proibição da construção de barragens pelo método de alteamento a montante, a necessidade de recuperação ambiental das áreas impactadas pela atividade mineradora, desativar ou descaracterizar as barragens de mineração que não atendam aos requisitos de segurança, de acordo com os termos da legislação.

De acordo com a Resolução ANM n.º 220 (Brasil, 2025), que revogará a Resolução ANM n.º 95 de 2022, a Resolução n.º 130 de 2023 e a Resolução n.º 175 de 2024, as obras de descaracterização de barragens de mineração são o conjunto de medidas e intervenções de engenharia visando a eliminação das característicias e da função de barragem e segue as etapas de projeto, descomissionamento, obras e monitoramento pós-obra. Segundo Fernandes *et al.* (2022) as etapas a serem seguidas para descaracterização de uma estrutura dependem de fatores limitantes de projeto, bem como de fatores associados a custo, técnica e prazo. Dentro de um projeto é feita a avaliação das características da barragem e são realizados estudos de análise de estabilidade. A etapa de escavação envolve a retirada do material do reservatório, o que pode incluir a remoção de sedimentos e resíduos. Depois, é feita a desmontagem dos componentes da barragem, como a estrutura principal e as comportas. Por fim, a área é restaurada e monitorada para garantir que não haja impactos ambientais ou riscos de segurança.

A obra, segundo a Resolução ANM n. º 220 (Brasil, 2022) deve seguir requisitos técnicos, como fatores de segurança mínimos e critérios para o funcionamento do sistema extravasor e do sistema de drenagem superficial, uma vez que a solução de descaracterização deve prever a adoção de medidas efetivas para reduzir ou eliminar o aporte de águas superficiais e subterrâneas para o reservatório. O monitoramento deve acontecer durante e após as obras de descaracterização e tem como objetivo avaliar a efetividade das medidas adotadas, bem como identificar quaisquer sinais de instabilidade epossíveis riscos para a segurança da população e do meio ambiente, bem como a redução do nível do lençol freático e o desempenho do sistema de drenagem superficial.

A Resolução ANM n.º 220 (Brasil, 2025) estabelece o período mínimo de monitoramento ativo de 2 (dois) anos após a conclusão das obras de descaracterização, objetivando assegurar a eficácia das medidas de estabilização, ficando dispensadas da etapa de monitoramento pós-obras as barragens de mineração em que houver a remoção total do barramento e do reservatório, ou a incorporação ou o confinamento total da barragem por outra estrutura.

Para garantir o correto andamento das ações é necessário desenvolver projeto levando em conta a definição da solução de fechamento, com a elaboração dos desenhos técnicos, planilhas, especificações e demais detalhamentos do projeto, conforme nível de execução (conceitual, básico e executivo). Por fim a recuperação ambiental é concebida de acordo com as estratégias dos empreendedores, normas e legislação, com a elaboração do projeto de recuperação da área e plano de monitoramento pós-fechamento.

Este trabalho faz-se importante no âmbito do desenvolvimento de um plano de recuperação ambiental. Ele tem por finalidade apresentar os diferentes requisitos e diretrizes para um desenvolvimento de um plano de recuperação ambiental em um processo de descaracterização de barragem, com base em um estudo de revisão bibliográfica.

2 METODOLOGIA

Para obter as respostas acerca da problematização apresentado neste trabalho, o estudo consistiu em três pontos principais, o primeiro, com o desenvolvimento de um referencial teórico acerca da descaracterização de barragens de rejeito no Brasil, apresentando os requisitos para a elaboração de um plano de recuperação ambiental, o segundo, com a análise de estudos bibliográficos que abordem possíveis soluções para

problemáticas dentro do desenvolvimento de um plano de recuperação ambiental, e o terceiro, com a apresentação das diretrizes que possam auxiliar na elaboração do plano. O fluxograma da metodologia é representado na Figura 1.

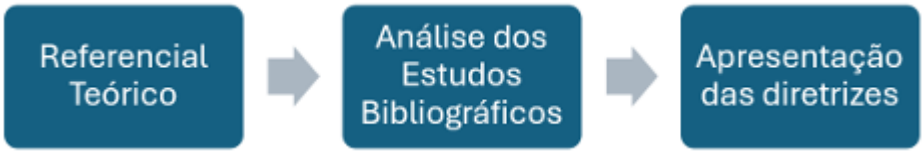


Figura 1. Fluxograma com as etapas do desenvolvimento do estudo.

O referencial teórico compreendeu a apresentação de conceitos e estudos que envolvem o tema de descaracterização de barragem de rejeito, com a finalidade de apresentar a necessidade e os pontos principais para o desenvolvimento do plano de recuperação ambiental.

A análise dos estudos bibliográficos avalia uma série de soluções para problemáticas semelhantes aos abordados dentro de um plano de recuperação ambiental, que podem ser empregados para a aplicação do plano em um projeto de descaracterização de barragem de rejeito.

Em face do exposto na análise, são apresentadas diretrizes que tem por finalidade auxiliar no desenvolvimento de um plano de recuperação ambiental de uma descaracterização de uma barragem de rejeito.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Requisitos para um Plano de Recuperação Ambiental

Recuperação ambiental é, segundo a Lei Federal n.º 9.985, a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (Brasil, 2000).

Dentro de um plano de recuperação ambiental deve ser abordados pontos importantes para o todo o período da obra, para as estruturas definitivas ou provisórias e as atividades que afetarem o meio ambiente e a comunidade. De acordo com o Decreto Estadual n.º 47.749, qualquer intervenção sobre a cobertura vegetal nativa ou sobre área de uso restrito, ainda que não implique em supressão de vegetação dependerão de autorização prévia do órgão ambiental competente, quer estejam em áreas de domínio público ou privado (Governo do estado de minas gerais, 2019a). Além disso, intervenções que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade dos recursos hídricos, listadas no Decreto n.º 47.705 (Governo do estado de minas gerais, 2019b) são passíveis de outorga.

Desta forma, é necessário definir os impactos ambientais e sociais nas regiões que englobam toda a obra, de forma direta ou indireta, levando em consideração a presença de áreas de preservação permanente (APPs), de unidades de conservação (UC), áreas prioritárias, e as áreas definidas pelo impacto da estrutura, como a área diretamente afetada (ADA), a zona de autossalvamento (ZAS) e zona de salvamento secundário (ZSS).

O licenciamento ambiental é obrigatório para atividades que envolvem a remoção e transporte de material, alteração do relevo, supressão de vegetação, geração de resíduos e efluentes, além de potenciais riscos de acidentes, como deslizamentos e erosão. Essas intervenções podem causar contaminação do solo, da água e do ar, o que define o impacto ambiental da obra. Assim sendo, cabe ao projeto identificar as atividades com impactos potencialmente prejudiciais, avaliando componentes ambientais e sociais. Estes impactos, são avaliados de duas formas, os que ocorrem na ADA, definida como a área de influência direta da obra, pela Resolução n.º 001 do CONAMA (Brasil, 1986), são os impactos diretos. Já os indiretos são analisados nas ZAS, ZSS e nas áreas impactadas pelo transporte do material da obra.

Dentro da ADA devem ser determinadas as intervenções diretas nas APPs, como definido na Lei n.º 12.651 (Brasil, 2012), na UC, como descrito na Lei Federal n.º 9.985 (Brasil, 2000) e nas Áreas prioritárias.

Após a identificação e classificação dos impactos ambientais e sociais potenciais, devem ser selecionadas medidas mitigadoras e medidas compensatórias que visam à redução ou eliminação dos impactos negativos oriundos da obra de descaracterização. Essas medidas têm como objetivo promover a reparação ou

compensação ambiental, permitindo a conservação e a preservação do meio ambiente (Brasil, 1986; Peluzio *et al.,* 2021).

3.2 Plano de recuperação ambiental na descaracterização de uma barragem de mineração

Um projeto de recuperação ambiental de uma área descaracterizada envolve várias etapas e atividades para restaurar a qualidade ambiental e a funcionalidade do ecossistema afetado pelos resíduos da atividade mineradora. O levantamento dos impactos ambientais e socias de um projeto de descaracterização foram abordados por Polignano e Lemos (2020) em seu estudo sobre os impactos socioambientais do rompimento de uma barragem de rejeito.

Segundo Polignano e Lemos (2020) os principais impactos ambientais de um rompimento de barragem estão ligados as alterações morfológicas no sistema fluvial, como retirada de vegetação, pela erosão nas margens dos cursos d'água, pelas alterações no traçado fluvial e ainda pela deposição de materiais sedimentares no leito fluvial. Os impactos sociais abordados levam por base a presença comunitária na região do Mapa de Inundação, envolvendo a ZAS e a ZSS. Os riscos associados ao rompimento da barragem são muito complexos e passaram por diferentes linhas de discussão, sendo levantados por Polignano e Lemos (2020) como:

- Perda de vida humana;
- Deslocamento forçado;
- Destruição de estruturas públicas e privadas;
- Alteração do modo de vida de comunidades tradicionais e perda de patrimônio imaterial;
- Perda de fonte de subsistência: Perda da capacidade produtiva de pequeno agricultor;
- Impactos na saúde de comunidades ribeirinhas e atingidos (danos psicológicos, saúde mental, doenças de veiculação hídrica);
- Proliferação de vetores (ratos, insetos);
- Restrição de usos possíveis para as águas; impossibilidade/diminuição da oferta de pescado;
- Limitação dos usos da água.

Os impactos relacionados a biota foram levantados, sendo os principais a retirada de vegetação ciliar, a mortandade da biota aquática e os impactos na biota terrestre (Polignano e lemos, 2020).

Os estudos da Fundação para o Desenvolvimento tecnológico da Engenharia - FTDE (2021) e de Paula (2021) também abordaram os impactos ambientais e sociais de um projeto de descaracterização de barragem, com base no risco de rompimento dos barramentos, apresentando potenciais medidas mitigatórias e compensatórias.

Quando voltados aos impactos dentro do aspecto social, o principal fator é a remoção das populações localizadas nas ZAS e nas ZSS. Baseado no levantamento dos impactos sociais e ambientais da FTDE, Paula (2021) aponta que o trauma advindo de um processo de realocação/remoção é inegável, haja vista que a população afetada, muitas vezes, perde os meios de sua subsistência, desorganiza seus laços sociais, dentre outros efeitos nefastos.

Outro principal efeito decorrente do processo é sentido pelas comunidades que estão situadas nos acessos aos locais de obras. Isto porque, as pessoas que residem no entorno terão que conviver diariamente com o deslocamento de maquinário e veículos pesados, os quais elevam o estresse da comunidade (Paula, 2021).

Em frente do exposto pelas leis e decretos brasileiros, bem como os estudos de Polignano e lemos (2020), FDTE (2021) e Paula (2021), para o desenvolvimento de um projeto de recuperação ambiental dentro de uma obra de descaracterização de barragem de rejeito, sugere-se que algumas das principais etapas incluam:

- O estudo do bioma de inserção do projeto e das APPs, abordando UCs e Áreas Prioritárias;
- Levantamento dos dados sociais e comunitários da região no entorno do projeto, abordando aspectos de patrimônio histórico, cultura, arqueológico;
- A definição da ADA pelo projeto de descaracterização;

- Levantamento dos impactos ambientais potencialmente prejudiciais e medidas mitigadoras e medidas compensatórias que visam à redução ou eliminação do impacto negativo;
- Recuperação da área, após a finalização da obra, prevendo atividades como isolamento das áreas e implantação de espécies nativas.

3.3 Soluções aplicáveis ao plano de recuperação ambiental na descaracterização de uma barragem de rejeito

A descaracterização de uma barragem de rejeito apresenta algumas problemáticas, como o impacto ambiental e social, bem como a estabilidade dos taludes remanescentes. Uma parte destes impactos estão relacionados com a presença de metais pesados nos rejeitos, que vão ser escavados e transportados até uma nova área de deposição.

Quanto aos impactos ambientais do rejeito, uma solução abordada por alguns estudiosos é a remineração do rejeito de minério de ferro. No passado, a caracterização dos rejeitos de usinas de beneficiamento de minérios era pouco aplicada, resultando em descarte sem maiores conhecimentos de suas características físicas, químicas e mineralógicas, além de sua resposta a processos de refino.

Com o passar do tempo, os minérios foram ficando cada vez mais pobres em teores de ferro, o que obrigou as usinas de beneficiamento a processarem uma maior quantidade de minério para obter a mesma quantidade de ferro. Como resultado, a quantidade de rejeitos gerados aumentou significativamente, tornando ainda mais importante a sua caracterização para a identificação de possíveis aplicações ou processos de recuperação (Gomes *et al.*, 2011).

O conhecimento dos rejeitos favorece a viabilização de seu posterior aproveitamento como subproduto na própria usina, ou em outro segmento industrial (Borges, 2008).

Nos estudos de Gomes (2017) foi levantado o aproveitamento do rejeito de mineração disposto na barragem da mina de Pau Branco da Vallourec (localizada na Rodovia Br 040, Km 562,5, Brumadinho - MG). Os testes realizados comprovaram que o material estudado que possuía teores iniciais de 36,53% Fe e 43,64% SiO2 alcançou as especificações do produto comercial de minério de ferro *pellet feed fines* (aproximadamente 65% Fe e 3% de contaminantes) com concentração magnética.

Constatou-se, no estudo de Gomes (2017), que a barragem de rejeitos em questão pode ser reprocessada e o produto gerado pode ser empregado para uso em alto forno. Cerca de 50% de todo material estocado e 80% de Fe seria recuperado, o que, além de receita, diminuiria o dano ambiental associado e o volume de material.

Ferrante (2014) avaliou a viabilidade econômica de recuperação de minério de ferro contidos em barragens de rejeito, que se mostrou viável para o período analisado e para o investimento necessário. O investimento seria pago a uma taxa de 10% a.a. durante 4 anos, enquanto a implementação do projeto, ao final dos 4 anos, teria gerado uma taxa de rendimento de 232% a.a.

Além dos resultados positivos em termos de produção, a recuperação de rejeito pode aumentar a vida útil dos reservatórios das barragens de rejeito e reduzir a pressão por uso de terra, além do desenvolvimento sustentável que essa operação apresenta (Ferrante, 2014; Gomes, 2017).

Para o sucesso do trabalho de estabilização e recuperação das áreas das descaracterizadas, o relevo final deve atender aos seguintes objetivos: estabilidade do solo e taludes; controle de erosão; aspectos paisagísticos e estéticos e similaridade com o relevo original.

Conforme os estudos de Lemes (2001), a presença de raízes de árvores em taludes não influência no ângulo de atrito interno e nem na coesão do solo, o que ocorre é uma contribuição à resistência ao cisalhamento na forma de coesão aparente e o reforço a resistência do solo é fornecido pela tensão das raízes.

A vegetação nativa do local é a mais indicada para a proteção do ambiente e contra erosão do solo pois é a que conserva as condições ecológicas de origem protegendo todo o ecossistema em taludes íngremes (Lemes, 2001).

Grande parte dos estudos abordados por Lemes (2001) consideram que o peso da vegetação em taludes íngremes acaba incrementando a componente desestabilizador. Lan *et al.* (2020) afirma que tal quesito pode ocorrer em taludes com inclinação acima de 35 graus. Isso porque o peso das árvores pode aumentar a carga no talude e reduzir a sua estabilidade. Além disso, a penetração das raízes pode causar fraturas no solo, aumentando a probabilidade de deslizamentos.

Uma solução que pode ser empregada para a questão de proteção contra processos erosivos em taludes pós obra, com ou sem a presença de rejeito remanescente, é a utilização do plantio de hidrossemeadura associada a Manta Vegetal Projetada (MVP), que se mostrou eficaz em estudos, como no caso no trabalho de Cruz *et al.* (2017) em que possibilitou a germinação das sementes e deu suporte para crescimento das plantas, protegendo o solo, diminuindo o escoamento superficial e mitigando o impacto visual dos taludes.

Conforme Lan *et al.* (2020), plantar árvores em taludes entre 20 e 35 graus têm efeito de proteção do solo, acima disso tem efeito desestabilizante. Nesse sentido, para o plantio de espécies arbustivo-arbóreas e herbáceas, de maneira conservadora, pode-se considerar uma declividade máxima de 20% para o plantio de espécies arbustivo-arbóreas.

A partir das obras de descaracterização da barragem deve haver a necessidade de redelimitação das APPs, a fim de contemplar a nova configuração da área, após todas as modificações previstas na área.

Deve-se salientar a importância de se realizar o estudo de levantamento das atividades de um projeto de descaracterização e seus impactos, abordando as atividades mitigadoras e compensatórias como meio de amenizar esses impactos e atividades que visão o direcionamento de um plano de recuperação ambiental.

A exemplo desta relevância, pode-se citar o estudo de Polignano e Lemos (2020), realizado com base no levantamento de impactos a partir do estudo do rompimento da barragem do córrego do feijão em brumadinho. Os impactos diagnosticados por ele, foram abordados no trabalho em conjunto com os impactos de cada atividade, proposta pela FDTE (2021), com a finalidade de manter segura a comunidade e a biota a qual a barragem está inserida.

Baseado nos estudos da FDTE (2021) que apresenta os impactos sociais e ambientais, Paula (2021) e Polignano e Lemos (2020) apontam que os principais impactos sociais são resultado do trauma advindo de um processo de realocação/remoção é inegável, haja vista que a população afetada, muitas vezes, perde os meios de sua subsistência, desorganiza seus laços sociais, dentre outros efeitos nefastos.

Outro principal efeito decorrente do processo é sentido pelas comunidades que estão situadas nos acessos aos locais de obras. Isto porque, as pessoas que residem no entorno da obra terão que conviver diariamente com o deslocamento de veículos pesados, os quais elevam o estresse da comunidade (Paula, 2021).

Polignano e Lemos (2020) avalia os impactos ambientais, a partir das consequências de um rompimento de barragem de rejeito, dentro de três possibilidades: recuperação, reabilitação e restauração. Desta forma é essencial que um projeto de recuperação ambiental tenha por base o retorno das condições do uso do solo e estabilidade do meio ambiente da área degradada; a reabilitação, que diz respeito ao retorno da área degradada a um estado biológico apropriado; e a restauração diz respeito ao retorno do estado original da área antes do rompimento (Polignano e lemos, 2020).

Vale salientar que estas soluções podem ser empregadas devido a necessidade do monitoramento da região escavada durante o processo de descaracterização da barragem e após, para o controle da contenção de processos erosivos, da manutenção da estabilidade dos taludes remanescentes e do controle do plantio da cobertura vegetal por um período de 2 anos, conforme Resolução n.º 220 da ANM (Brasil, 2025).

3.4 Diretrizes para um plano de recuperação ambiental de um processo de descaracterização de barragem de rejeito

A análise dos requisitos para a elaboração de um plano de recuperação ambiental, bem como a análise dos estudos sobre possíveis soluções aplicáveis ao plano, auxiliou na sugestão de diretrizes, apresentadas na Tabela 1, que podem ser instrumento de aplicação em projetos de descaracterização de barragem de rejeito.

Entre as diretrizes pode-se sugerir ter por base o plantio de árvores e gramíneas associados ao sistema de drenagem superficial como fator primordial para manutenção da estabilização de taludes e das áreas instáveis. Nos estudos abordados é possível levantar possíveis diretrizes, que são apresentadas na Tabela 1.

A presença de vegetação nativa na recuperação ambiental e da sugestão de uma declividade máxima de 20% para o plantio de espécies arbustivo-arbóreas estão dentro das preocupações abordadas nos estudos de Lan *et al.* (2020) e Lemes (2001) quanto a presença de vegetação em taludes íngremes, com a finalidade de proteção contra erosão, auxiliando a estabilização.

Uma alternativa a ser considerada durante o processo de descaracterização, vista como alternativa sustentável a disposição completa do rejeito de mineração é o seu reprocessamento. A remineração é um dos processos de intervenção sustentável mais indicado para o rejeito da barragem estudada, pois ajuda a reduzir

o volume de rejeitos depositados em barragens, além de recuperar minerais valiosos que poderiam ser perdidos (Gomes, 2017), sendo um processo é economicamente viável (Ferrante, 2014).

Tabela 1. Diretrizes para a elaboração de um plano de recuperação ambiental.

N.º	Diretriz
1	Realizar o levantamento da ADA da descaracterização que envolva todo o projeto, abordando as áreas que sofrerão intervenções na fase de obras (que serão alvos da recuperação) e as áreas das estruturas definitivas e provisórias.
2	Definição do Bioma a qual está inserida a estrutura, com levantamento das APPs, UC e Áreas prioritárias.
3	Levantamento das ZAS e ZSS de acordo com o mapa de inundação previsto em caso de rompimento.
4	Identificar as atividades com necessidade de licenciamento ambiental e outorgas durante toda a atividade da obra de descaracterização.
5	Todas as atividades devem ser realizadas dentro das áreas licenciadas.
6	Avaliar a alternativa de remineração do rejeito.
7	Levantamento das atividades previstas durante a descaracterização e avaliar os impactos ambientais e sociais para definir as medidas mitigadores e compensatórias para amenizar os impactos.
8	Definição das espécies nativas arbustivo-arbóreas e de herbáceas que possam ser utilizadas na recuperação ambiental da região, em seguida prosseguir com a definição do número de indivíduos por hectare para plantio, tomando por base a particularidade de cada região.
9	Adotar uma declividade máxima de 20% para o plantio de espécies arbustivo-arbóreas.
10	Avaliar a utilização do plantio de hidrossemeadura associada a Manta Vegetal Projetada (MVP) como suporte para crescimento das plantas, protegendo o solo, diminuindo o escoamento superficial e mitigando o impacto visual dos taludes.
11	Ao final, deve-se avaliar a necessidade de redelimitação das APPs, a fim de contemplar a nova configuração da área, após todas as modificações.

4 CONCLUSÃO

Todo o trabalho foi realizado com o intuito de apresentar possíveis diretrizes para o desenvolvimento de um projeto de recuperação ambiental da área afetada por uma obra de descaracterização de uma barragem de rejeito, a ser aplicado em problemáticas existentes, sendo estas, o impacto ambiental das atividades do rejeito e a estabilidade do solo e dos taludes remanescentes ao final da obra.

A presença de vegetação nativa, nas condições ambientais particulares da região, sendo espécies arbustivo-arbóreas ou herbáceas, possuem a finalidade de integrar a nova configuração da região pós-obra, de forma a proteger e ajudar no controle a erosão do talude remanescente, auxiliando a estabilidade da estrutura. Quando a declividade da área descaracterizada for maior do que a recomendada para o plantio, a junção da manta vegetal projetada com a hidrossemeadura é uma alternativa de cobertura da região.

Uma alternativa, apresentada como diretriz, que possivelmente diminuiria o quantitativo de volume de rejeito e o dano ambiental associado, como foi abordado em estudos, seria o processo de remineração. O reprocessamento pode gerar a recuperação de minerais valiosos dentro do que é considerado “descartável”, tornando-se uma alternativa sustentável a simples escavação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, A. A (2008). Caracterização da parcela magnética de minério fosfático de carbonatito. *Revista Escola de Minas*, Ouro Preto, v. 61, n.1, p. 29-34.

BRASIL (1986). Ministério do Meio Ambiente. *Resolução CONAMA n° 001, de 23 de janeiro de 1986*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, n. 17, p. 2548-2549. 17 fev. 1986.

BRASIL (2000). *Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, n. 138, p. 1. 19 jul. 2000.

BRASIL (2012). *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, n. 101, p. 1. 28 mai. 2012.

BRASIL (2020). *Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020.* Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, n. 515, p. 3. 01 out. 2020.

BRASIL (2025). Agência Nacional de Mineração. *Resolução ANM n.º 220, de 16 de outubro de 2025*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, n. 199, p. 43, 17 out. 2025.

CRUZ, E. J. S. *et al.* (2017). Estudo de caso utilização da Manta Vegetal Projetada Dupla para revegetação de taludes de estéril e rejeito de mineração/ Brasil. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*. [s. l.].

FERNANDES, R. B. *et al.* (2022). Estudo de caso: Descomissionamento e Descaracterização de barragens de água para fins de acumulação. In: COBRAMSEG, 20. Campinas. *Anais...* ABMS v.2, p. 1188-1195.

FERRANTE, F (2014). *Estudo de viabilidade para recuperação de minério de ferro em rejeitos contidos em barragens*. 2014. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 86 p.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA (2021). *Avaliação Ambiental Integrada das Obras de Descaracterização das Barragens de Rejeitos Alteadas pelo Método a Montante no Estado de Minas Gerais*. Resumo para Consulta Pública. São Paulo, 192 p.

GOMES, A. C. F (2017). *Estudo de aproveitamento de rejeito de mineração.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 98 p.

GOMES, M. A. *et al.* (2011) Caracterização Tecnológica De Rejeito De Minério De Ferro. *Revista Escola De Minas*, v. 64, n. 2, p.233-236.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (2019a). Decreto n° 47.749, de 11 de novembro de 2019. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, p. 1. 12 nov. 2019.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (2019b). Decreto n.º 47.705, de 04 de setembro de 2019. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, p. 1. 5 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (2019). *Guia de boas práticas*: Gestão de Barragens e Estruturas Disposição de Rejeitos. Disponível em: https://ibram.org.br/wpcontent/uploads/2019/09/arte_gestao_barragem_ibram_web.pdf Acesso em: 12 mar. 2023.

LAN, H. *et al.* (2020) Experimental study on the effects of tree planting on slope stability. *Landslides*, v. 17, p. 1021–1035.

LASCHEFSKI, K. A (2020). Rompimento de barragens em Mariana e Brumadinho (MG): Desastres como meio de acumulação por despossessão. *AMBIENTES*, v. 2, n. 1, p. 98-143.

LEMES, M. R. T (2001). *Revisão dos efeitos da vegetação em taludes*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 140 p.

PAULA, I. S. de (2021). *Estado da arte da descaracterização de barragens em Minas Gerais*. Monografia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 50 p.

PELUZIO, T. M. de O. *et al.* (2021). Introdução à Avaliação de Impactos Ambientais: perguntas e respostas. *Edifes*, Vitória, 77 p.

POLIGNANO, M. V.; LEMOS, R. S. (2020). Rompimento da barragem da Vale em Brumadinho: impactos socioambientais na Bacia do Rio Paraopeba. *Cienc. Cult*., São Paulo, v. 72, n. 2, p. 37-43.

ROCHA, E. M. *et al.* (2016). Impacto do rompimento da barragem em Mariana–MG na saúde da população ribeirinha da cidade de Colatina–ES. *Tempus – Actas de Saúde Coletiva*, v. 10, n. 3, p. Pág. 31-49.