

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2024/449

## Avaliação Multicritério de Alternativas para Descaracterização de uma Barragem de Contenção de Sedimentos

José Antonio Guisso Rebuli

Engenheiro Geotécnico, Head5 Engenharia, Belo Horizonte, Brasil, jose.rebuli@head5.com.br

Lucas Ghion Zorzan

Engenheiro Geotécnico, Head5 Engenharia, Curitiba, Brasil, lucas.zorzan@head5.com.br

Ana Paula Magalhães Tavares

Engenheira Geotécnica, Vale, Belo Horizonte, Brasil, ana.tavares4@vale.com

Frank Pereira

Engenheiro Geotécnico, Vale, Belo Horizonte, Brasil, frank.pereira@vale.com

**RESUMO:** Após as ocorrências recentes de rupturas de barragens de mineração no Brasil, especialmente de Fundão (2015) e Feijão (2019), intensos esforços técnicos e econômicos têm sido empregados no sentido de promover a descaracterização de estruturas de armazenamento de sedimentos e de rejeitos, com o objetivo de garantir um legado seguro das atividades de mineração. Tendo em vista as recentes experiências nacionais envolvendo a descaracterização de barragens de mineração, o presente trabalho tem por objetivo apresentar os principais conceitos e critérios utilizados no processo de escolha das soluções técnicas para um projeto de descaracterização de uma barragem de contenção de sedimentos localizada no estado de Minas Gerais, Brasil. Para desenvolvimento do projeto, um estudo de trade-off foi realizado de modo a levantar as principais condicionantes topográficas, geológicas, geotécnicas, hidrológicas e hidráulicas que norteiam as possíveis soluções para os requisitos de longo prazo da região, enquadrando-as dentro de um cenário exequível e seguro do ponto de vista de engenharia, garantindo a otimização dos recursos disponíveis e o mínimo impacto ambiental às regiões adjacentes. Com base nas soluções elencadas, um estudo comparativo multicritério fundamentado em requisitos técnicos, legais, sociais e ambientais foi elaborado, permitindo a tomada de decisão, por parte do empreendedor, da alternativa mais adequada no sentido de se garantir um legado da boa prática de recuperação de uma área degradada pelo processo de mineração. Espera-se que o presente trabalho possa contribuir na concepção de soluções cada vez mais adequadas às particularidades de cada estrutura, ao sistematizar um processo avaliativo abrangente em projetos de descaracterização de barragens.

**PALAVRAS-CHAVE:** Descaracterização de Barragens, Barragens de Mineração, Barragens de Sedimentos, Análise Multicritério.

**ABSTRACT:** After the recent occurrences of tailings dam ruptures in Brazil, especially Fundão (2015) and Feijão (2019), intense technical and economic efforts have been employed to promote the decommissioning of sediment and tailings storage structures, aiming to ensure a safe legacy of mining activities. Considering the recent national experiences involving the decommissioning of mining dams, this paper aims to present the main concepts and criteria used in the process of choosing technical solutions for a decommissioning project of a sediment containment dam located in the state of Minas Gerais, Brazil. For the development of the project, a trade-off study was conducted to identify the main topographic, geological, geotechnical, hydrological, and hydraulic conditioning that guide the possible solutions for the region's long-term requirements, framing them within an achievable and safe engineering scenario, ensuring the optimization of available resources and minimal environmental impact on adjacent regions. Based on the listed solutions, a comparative multicriteria study grounded in technical, legal, social, and environmental requirements was elaborated, allowing the entrepreneur to make the most suitable decision to ensure a legacy of good practice in the recovery of an area degraded by the mining process. It is intended that this work can contribute to the design of increasingly appropriate solutions for the particularities of each structure, by systematizing a comprehensive evaluative process in dam decommissioning projects.

**KEYWORDS:** Decommissioning of Dams, Mining Dams, Sediment Dams, Multi-Criteria Analysis.

## 1 INTRODUÇÃO

As recentes rupturas de barragens de mineração ocorridas no Brasil, especialmente Fundão (2015) e Feijão (2019), mobilizaram empresas, órgãos públicos e sociedade a promoverem intensos esforços técnicos e econômicos, visando a descaracterização de estruturas de armazenamento de sedimentos e de rejeitos, com o objetivo de garantir um legado seguro das atividades de mineração. Exemplo disso é a criação de instrumentos legais, como as Resoluções ANM nº 95/2022 e nº 130/2023, as quais consolidam atos normativos sobre segurança de barragens de mineração.

Conforme abordado ao longo do Padrão Global da Indústria Para a Gestão de Rejeitos - GISTM (2020), para projeto, construção, operação, monitoramento e gestão das estruturas de disposição de rejeitos, deve-se considerar todos elementos da base de conhecimento e todos envolvidos ao longo de seu ciclo de vida, inclusive na fase de fechamento.

Visto isso, uma vez que os empreendimentos minerários são complexos e possuem interfaces com diferentes agentes, o emprego de análises multicritérios com atribuições de pontuações numéricas ponderadas se mostra uma importante ferramenta para contribuir com a tomada de decisão acerca das melhores alternativas a serem adotadas e detalhadas em projeto.

Saaty (2008) apresenta uma metodologia de análise multicritério intitulada de Análise Hierárquica de Processos (AHP), a qual consiste na comparação par a par de cada um dos parâmetros avaliados, atribuindo quanto cada um possui de influência relativa sobre o outro. Em seguida é feita a normalização dos dados, por meio de cálculos de porcentagens e médias, resultando em um valor final de influência de cada parâmetro para a tomada de decisão. Este tende a ser mais representativo do que simplesmente atribuir certa significância sem nenhum tipo de comparação, pois foi concebido para resolução de problemas com vários critérios relacionados ao objeto de estudo (Simoni, 2017). Entretanto, mesmo que reduzida, ressalta-se a existência da subjetividade presente em parte da AHP.

Nesse contexto, é válido mencionar que, conforme apresentado por Souza e Jerônimo (2020), para incorporar os objetivos e preferências dos decisores ao processo de análise multicritério, é necessário o aprendizado, comunicação e discussão interativa entre as partes envolvidas. Os autores ainda pontuam que, a definição desses objetivos e preferências possuem impactos a outros, devendo se pensar na esfera coletiva durante o processo de análise multicritério.

Para a barragem estudada, desenvolveu-se uma análise multicritério abrangente, estruturada desde a definição dos parâmetros avaliados, passando pela atribuição de pesos e notas a cada um, até se obter as pontuações finais para três alternativas consideradas. Buscou-se atender as particularidades da estrutura, bem como a boa prática da engenharia para adequada gestão do empreendimento frente aos diferentes agentes envolvidos no processo de descaracterização.

O processo avaliativo apresentado vem se mostrando satisfatório para diferentes projetos. Quando comparado a metodologia difundida de Saaty (2008), resulta em resultados equivalentes, obtidos de maneira mais simplificada e adaptativa as particularidades de cada estrutura. Além disso, para reduzir subjetividades durante a tomada de decisão, a utilização de metodologias se faz importante, sendo o processo avaliativo apresentado uma ferramenta capaz de cumprir com esse objetivo. Portanto, espera-se que a sistematização da análise multicritério desenvolvida colabore com a concepção de soluções cada vez mais adequadas a cada estrutura.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho objetiva sistematizar um processo avaliativo abrangente para ser aplicado a tomadas de decisão em projetos de descaracterização de barragens. Para isso, pretende-se mostrar os conceitos e critérios utilizados na elaboração dessa metodologia, considerando um projeto de descaracterização de uma barragem de contenção de sedimentos.

### 3. CONHECIMENTO DE CASO

A barragem estudada, a qual será denominada por Z no presente artigo, se localiza no estado de Minas Gerais (Brasil), dentro da região do Quadrilátero Ferrífero (QFe), apresentada no mapa de Endo et al. (2019). Sua finalidade principal é a contenção de sedimentos provenientes de estruturas de disposição de estéril.

Seguindo as diretrizes de fechamento e descaracterização de estruturas do setor de mineração, a Barragem Z foi estudada por uma sequência de campanhas de investigações geológico-geotécnicas, mapeamentos de campo, ensaios laboratoriais, levantamento de dados, leitura de instrumentos etc., de modo a subsidiar o desenvolvimento de seu projeto de descaracterização.

Nesse processo, ao longo dos anos foram desenvolvidos projetos de nível conceitual e básico, visando melhor compreender a Barragem Z e conceber para ela uma melhor solução de descaracterização. Um destes projetos realizou um estudo de alternativas mais simplificado (seguindo o conjunto de informações disponíveis na época), que acabou por valorizar uma das soluções em detrimento das outras. A alternativa apontada como mais adequada, de remoção total do maciço da barragem, avançou para uma etapa de detalhamento de projeto. Após sua conclusão, aspectos negativos não identificados anteriormente tornaram a opção distante do cenário final desejado.

Diante desse cenário, um estudo de trade-off foi realizado de modo a levantar as principais condicionantes topográficas, geológicas, geotécnicas, hidrológicas e hidráulicas que norteiam as possíveis soluções para os requisitos de longo prazo da região.

Para o referido trade-off, desenvolveu-se o processo avaliativo apresentado neste trabalho, visando colaborar com a tomada de decisão sobre qual alternativa deverá ser priorizada para maior detalhamento em projeto, considerando um cenário exequível e seguro do ponto de vista de engenharia, garantindo a otimização dos recursos disponíveis e o mínimo impacto ambiental às regiões adjacentes.

### 4. METODOLOGIA

Para a estrutura a ser analisada, inicialmente devem ser realizados levantamentos de todos elementos da base de conhecimento, estudos locais e discussões com os decisores e diferentes impactados pela obra, definindo-se parâmetros técnicos, econômicos, ambientais e sociais representativos para o projeto em questão. Para cada um deles faz-se a atribuição de pesos (P), entre 0 (menos significativo) a 10 (mais significativo), de acordo com as particularidades da estrutura e os debates e estudos prévios.

Os parâmetros a serem avaliados dependem do porte do empreendimento, proximidade com áreas preservadas, corpos d'água e regiões vegetadas, nível de informação disponível, possíveis impactos a comunidades, disponibilidade de recursos (materiais, equipamentos e pessoal), complexidade de execução das intervenções, condições de acesso e canteiro de obras, tempo previsto para conclusão e riscos associados ao cenário final após descaracterização. Este último item, de vital importância, deve ser analisado e ponderado com rigor, pois está relacionado diretamente as estruturas remanescentes com a conclusão da descaracterização.

Visto isso, a Tabela 1 mostra exemplos de parâmetros comumente considerados em projetos de descaracterização de barragens, os quais podem servir como base para outros futuros.

Tabela 1. Parâmetros comumente considerados em projetos de descaracterização de barragens.

Parâmetros			
Tempo de obra	Risco de taludes naturais expostos	Área de implantação	Serviços especializados
Volume de corte	Área de supressão vegetal	Volume de concreto	Instalações acessórias
Área de Disposição de Material Excedente	Risco geotécnico no cenário final	Impacto ambiental	Facilidade de execução
Volume de material	Risco hidráulico no cenário final	Facilidade de demolição	Custo de obra

Para realizar a comparação entre soluções, os pesos são multiplicados pelas notas (N) atribuídas a cada parâmetro de cada alternativa, de acordo com a seguinte escala:

- 0 – Ruim;
- 1 – Razoável;
- 2 – Bom;
- 3 – Muito bom.

A pontuação final total (T) de cada alternativa é obtida de duas formas:

1. Sem considerações de pesos, pela soma das notas N, visando identificar qual alternativa se mostra como mais adequada antes da ponderação de cada parâmetro (Equação 1);
2. Com considerações de pesos, pelo somatório da multiplicação dos pesos P pelas notas N (Equação 2).

$$T_1 = \sum N \quad (1)$$

$$T_2 = \sum P \cdot N \quad (2)$$

Ambos valores de T devem ser analisados criticamente para colaborar com a tomada de decisão sobre qual alternativa a ser adotada. Ao final, caso se julgue necessário revisar, incluir ou remover parâmetros, pesos ou notas, pode-se facilmente ajustar tais dados nas etapas anteriores da metodologia.

De modo geral, com base na metodologia apresentada, a alternativa que obter a pontuação total mais alta, se mostra como mais adequada para detalhamento em projeto.

A Figura 1 mostra um fluxograma resumindo a metodologia do processo avaliativo mostrado.

Observa-se que esta metodologia, como outras, possui certo grau de subjetividade, sobretudo na definição dos pesos e notas. Como boa prática, recomenda-se que essas atribuições sejam feitas por uma equipe multidisciplinar, e que cada valor seja definido sobre justificativas sólidas e análises de todas as condicionantes de cada parâmetro e alternativa.

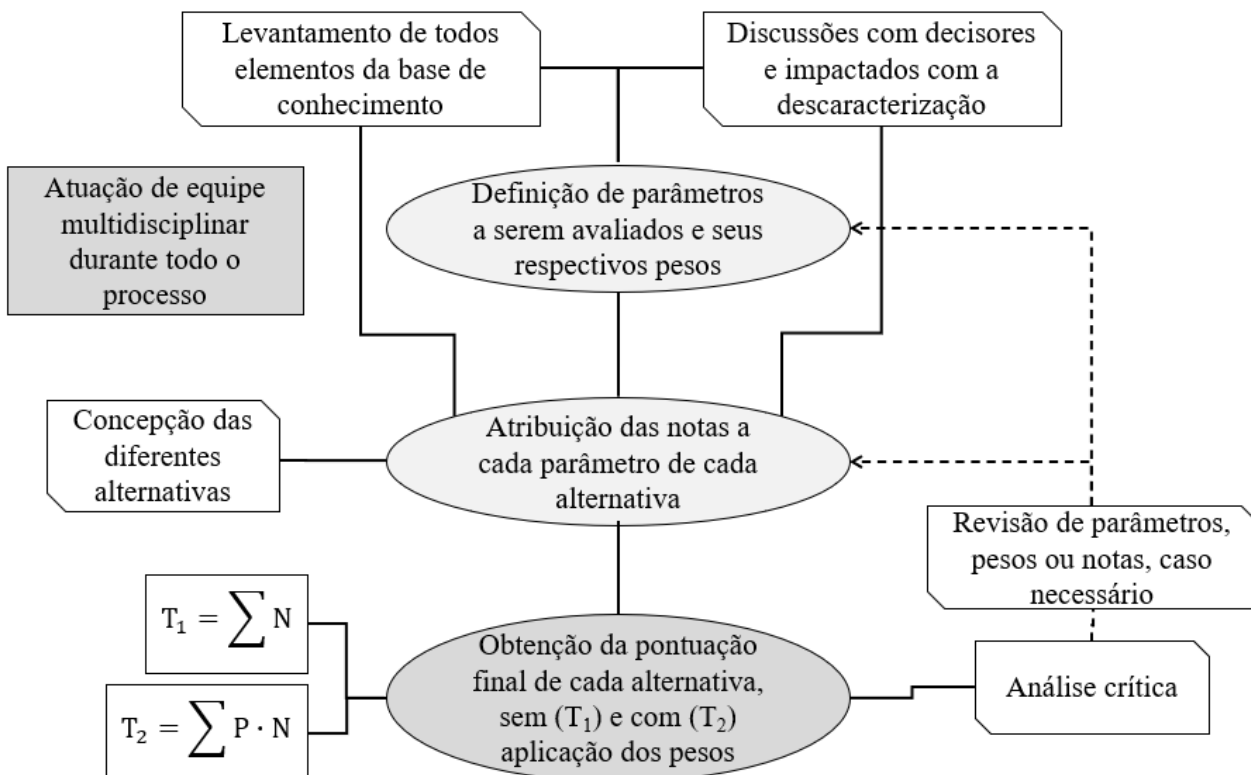


Figura 1. Fluxograma resumo do processo avaliativo apresentado.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após estudos iniciais e discussões com os decisores e diferentes impactados pela obra de descaracterização da estrutura, definiram-se os parâmetros significativos para o projeto em questão, os quais são apresentados na Tabela 2, junto de sua descrição e dos pesos atribuídos.

Os pesos numéricos foram atribuídos após discussões e alinhamentos com os stakeholders do empreendimento, considerando as necessidades técnicas, ambientais, sociais e econômicas do projeto de descaracterização.

Devido a estrutura estar inserida em meio a uma região de natureza preservada, aspectos ambientais receberam peso mais alto (10). Com mesmo grau de importância, também se encontram os riscos geotécnico e hidráulico do cenário final, pois com a descaracterização da barragem pretende-se alcançar uma condição de fechamento passivo. Na sequência, atribuiu-se o peso 9 para “tempo de obra”, pois este parâmetro influencia na logística e custos de mobilização, execução e desmobilização da obra, principalmente afetados por avanços em períodos chuvosos e sequenciamento construtivo. O peso 8 para “volume de material” foi designado considerando que este parâmetro traduz a quantidade total de material que precisará ser utilizado para a obra. Os demais pesos, mais baixos, receberam peso conforme maior importância e impacto para os stakeholders e para as condições geológico-geotécnicas e hidráulicas da Barragem Z e adjacências.

Tabela 2. Parâmetros avaliados para a Barragem Z e respectivos pesos atribuídos.

Parâmetro	Descrição	Peso
Tempo de obra	Tempo necessário para execução da descaracterização	9
Volume de corte	Considera o volume total de corte (escavação), seja este realizado em material natural, sedimentos do reservatório ou maciço construído por ação antrópica	5
ADME	Considera o volume total de ADME (Área de Disposição de Material Excedente) necessária para execução da descaracterização	5
Volume de material	Considera o volume total de materiais necessários para execução da descaracterização, sejam estes solos, enrocamentos, transições, concreto, aço, etc.	8
Custo de obra	Associado ao custo estimado para a implantação da alternativa.	7
ADA	Avalia o tamanho da ADA (Área Diretamente Afetada) necessária para implantação da alternativa e se ela excede a já comunicada	10
Taludes naturais expostos	Considera a área de taludes naturais expostos devido as intervenções propostas e os tratamentos necessário para sua proteção e estabilização	6
Área de supressão vegetal	Considera a área de supressão vegetal necessária para implantação das intervenções propostas	10
Risco geotécnico - Cenário final	Avalia, de forma geral, o risco geotécnico associado ao cenário final obtido com a implementação da alternativa	10
Risco hidráulico - Cenário final	Avalia, de forma geral, o risco hidráulico associado ao cenário final obtido com a implementação da alternativa	10

Para o estudo de trade-off da Barragem Z, foram avaliadas as seguintes alternativas:

- Alternativa 1 – Remoção total do maciço – Detalhada em projeto anterior;
- Alternativa 2 – Estrutura galgável – Remoção parcial do maciço - Elaborada a nível conceitual na etapa de trade-off;
- Alternativa 3 – Manutenção do maciço – Elaborada a nível conceitual na etapa de trade-off.

A Tabela 3 apresenta as notas atribuídas aos parâmetros para cada alternativa, e a justificativa que motivou tal definição. A Tabela 4 resume a pontuação final obtida para as três alternativas considerando a condição sem peso (S/P) e com peso (C/P).



Tabela 3. Parâmetros avaliados e respectivas notas atribuídas.

Parâmetro	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
	N	Justificativa	N	Justificativa	N	Justificativa
Tempo de obra	0	Maior tempo de obra, impactado pela remoção total do maciço em etapas	1	Menor tempo de obra, o qual estima-se ser semelhante ao da Alternativa 3	1	Menor tempo de obra, o qual estima-se ser semelhante ao da Alternativa 2
Volume de corte	0	Maior volume de escavação devido a remoção total do maciço	1	Volume elevado pelas conformações da rampa e canal de drenagem	2	Menor volume de escavação devido a manutenção do maciço
ADME	0	Maior volume de ADME	1	Volume mediano de ADME	2	Menor volume de ADME
Volume de material	1	Requer maior volume de materiais naturais (solo, enrocamento e transição), concreto e aço	2	Elevado volume de material necessário, similar a Alternativa 1, porém com menor volume de concreto e aço	3	Menor volume de material necessário
Custo de obra	1	Possui maior custo estimado	2	Custo reduzido, em relação à Alternativa 1, pelas menores dimensões da obra	2	Custo reduzido, em relação à Alternativa 1, pelas menores dimensões da obra
ADA	3	Intervenções a serem executadas dentro da ADA já comunicada, em área similar a Alternativa 2	3	Intervenções a serem executadas dentro da ADA já comunicada, em área similar a Alternativa 1	0	Necessidade de aumentar a ADA já comunicada, principalmente devido as estruturas de dissipação
Taludes naturais expostos	1	Maior área de taludes naturais expostos, demandando tratamentos e estando susceptíveis a deslizamentos	3	Redução da área de taludes expostos, com menores riscos que a Alternativa 1	2	Menor área de taludes naturais expostos, mas alguns trechos ainda precisarão ser tratados
Área de supressão vegetal	2	Área de supressão vegetal similar as outras alternativas. Localizada dentro da ADA já comunicada	2	Área de supressão vegetal similar as outras alternativas. Localizada dentro da ADA já comunicada	1	Maior área de supressão. Localizada além da ADA já comunicada
Risco geotécnico no cenário final	1	Maior risco de deslizamento de taludes naturais expostos, porém não há riscos relacionados ao maciço devido a sua remoção total	1	Risco de deslizamento de taludes naturais expostos, menor que a Alternativa 1. Permanecem riscos de manutenção do maciço, menor que a Alternativa 3	1	Menor risco de deslizamento de taludes naturais expostos. Manutenção do maciço oferece maior risco pela altura remanescente
Risco hidráulico no cenário final	2	Velocidades elevadas do escoamento no início do canal. Demanda uso de enrocamento argamassado. Escoamento supercrítico na curva do canal, gerando sobrelevação. Necessita de Descida em Degraus em gabião caixa para vencer o desnível até a Bacia de Dissipação.	2	Menor velocidade ao longo do canal, mas com velocidades elevadas na rampa de jusante e na Bacia de Dissipação, demandando o uso de enrocamento imbricado com blocos de grandes dimensões. Bacia de Dissipação com maior comprimento em relação à Alternativa 0	1	Menor velocidade ao longo do canal, mas com velocidades elevadas no emboque e calha do extravasor. Risco de obstrução da calha do extravasor, devido à menor seção disponível. Necessita de Descida em Degraus e de uma Bacia de Dissipação em concreto.

Tabela 4. Pontuação final obtida para cada alternativa.

Parâmetro	P	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		S/P	C/P	S/P	C/P	S/P	C/P
Tempo de obra	9	0	0	1	9	1	9
Volume de corte	5	0	0	1	5	2	10
ADME	5	0	0	1	5	2	10
Volume de material	8	1	8	2	16	3	24
Custo de obra	7	1	7	2	14	2	14
ADA	10	3	30	3	30	0	0
Área de taludes naturais expostos	6	1	6	3	18	2	12
Área de supressão vegetal	10	2	20	2	20	1	10
Risco geotécnico no cenário final	10	1	10	1	10	1	10
Risco hidráulico no cenário final	10	2	20	2	20	1	10
<b>Total (T)</b>		<b>9</b>	<b>81</b>	<b>16</b>	<b>127</b>	<b>14</b>	<b>99</b>

Conforme observado acima, a Alternativa 2 alcançou maior pontuação total ( $T_1=16$  e  $T_2=127$ ) quando comparada com a Alternativa 3 ( $T_1=14$  e  $T_2=99$ ) e Alternativa 1 ( $T_1=9$  e  $T_2=81$ ). Portanto, com base no processo avaliativo desenvolvido, a Alternativa 2 se mostra como melhor opção.

Após uma sequência de apresentações e discussões da etapa de trade-off, a Alternativa 2 foi vista, com unanimidade, como a mais adequada para detalhamento em projeto, superando a Alternativa 1, anteriormente vislumbrada como melhor opção.

Para efeito comparativo, quando considerados os pesos e parâmetros mostrados na Tabela 2, e a aplicação da AHP (Saaty, 2008), a pontuação final ( $T_2$ ) obtida para cada alternativa é equivalente ao encontrado com o processo avaliativo mostrado neste trabalho. A ordem de prioridade para escolha da alternativa a ser detalhada se manteve a mesma.

## 6. CONCLUSÕES

Foi possível sistematizar um processo avaliativo abrangente para ser aplicado a tomadas de decisão em projetos de descaracterização de barragens. Apresentou-se os conceitos e critérios utilizados na elaboração dessa metodologia.

A partir da metodologia apresentada, obteve-se um resultado satisfatório para adoção de uma alternativa de descaracterização mais adequada para atender aos aspectos técnicos, ambientais, sociais e econômicos desejados para a Barragem Z, indo ao encontro do objetivo de se garantir um legado da boa prática de recuperação de uma área degradada pelo processo de mineração.

Comparando as três soluções avaliadas, a Alternativa 1, de remoção total do maciço, que anteriormente havia sido vislumbrada como melhor opção, não se mostrou como mais adequada para a obra. Observa-se que a remoção total de uma estrutura pode não ser a melhor opção de descaracterização a ser implantada. Nesse caso, a exposição de encostas naturais e a tentativa de retornar a drenagem ao curso natural (algumas vezes desconhecido), necessita de tratamentos, estruturas e técnicas menos adequadas ao fechamento passivo da estrutura e sua reintegração ao meio ambiente, conforme recomendado pelas legislações, especialistas e estudos da área.

As metodologias de análise multicritério possuem certo grau de subjetividade, inerente ao seu processo de aplicação. No entanto, quando seu desenvolvimento segue um processo avaliativo sistematizado e robusto, realizado com equipes multidisciplinares, adequado levantamento de dados da base de conhecimento, estudos representativos e análise crítica, os resultados são satisfatórios.

Para outros projetos, de variados tipos, a metodologia apresentada também vem obtendo bons resultados. Para o caso estudado, quando comparada a Análise Hierárquica de Processos (Saaty, 2008), mostra resultados equivalentes, que corroboram para validade do processo avaliativo.

A metodologia pode apresentar melhorias futuras, sobretudo com inclusão de processos que reduzam a subjetividade dos avaliadores.

Espera-se que o presente trabalho possa contribuir na concepção de soluções cada vez mais adequadas às particularidades de cada estrutura.

#### AGRADECIMENTOS

À Vale e Head5 Engenharia pela parceria na elaboração deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANM (2022). *Resolução ANM nº 95/2022*. Consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração. Agência Nacional de Mineração. Brasília, DF.
- ANM (2023). *Resolução ANM nº 130/2023*. Altera a Resolução ANM nº 95, de 7 de fevereiro de 2022, e dá outras providências. Agência Nacional de Mineração. Brasília, DF.
- ENDO I. et al. (2019). *Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil*. Escala 1:150.000. Ouro Preto, Departamento de Geologia, Escola de Minas - UFOP - Centro de Estudos Avançados do Quadrilátero Ferrífero. Disponível em: <[www.qfe2050.ufop.br](http://www.qfe2050.ufop.br)>. Acesso em 17 de março de 2024.
- Global Tailings Review (2020). *Padrão Global da Indústria Para a Gestão de Rejeitos*. Disponível em: <<https://globaltailingsreview.org/global-industry-standard/>>. Acesso em 07 de fevereiro de 2024
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*. Vol. 1, nº1, p.83-98.
- Simoni, B. S. de. (2017). *Avaliação do desempenho da recuperação de áreas degradadas pela mineração utilizando análise multicritério - Estudo de caso da mina Córrego do Sítio*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental. Ouro Preto, MG.
- Souza, A. S. da S., Jerônimo, T. de B. (2020). Revisão Sistemática das aplicações em Administração do uso dos Métodos de Decisão Multicritério nas organizações. *Revista dos Mestrados Profissionais - RMP*. UFPE / CCSA - MGP. ISSN - 2317 - 0115, v. 9, n. 2, p.152-170.