

Prevenção às Rupturas e Modos de Falha Através da Inspeção Visual

Alice Lubiana Feriane

Engenheira de Minas, Faculdade Arnaldo, Belo Horizonte, Brasil, aliceferiane94@gmail.com

Márcio Fernandes Leão

Geólogo-Geotécnico, Tractebel/UFV, Belo Horizonte, Brasil, marciotriton@hotmail.com

RESUMO: As barragens podem apresentar patologias que antecedem a ruptura e que muitas dessas podem estar associadas a problemas de instabilidade e desta forma, a tentativa de caracterização prévia do problema é positiva para qualquer projeto. O artigo objetivou correlacionar as principais anomalias que possam ocorrer em barragens de terra, com possíveis causas e ações corretivas que podem ser aplicadas na prevenção de modos de ruptura. Essas correlações motivaram o desenvolvimento de uma ficha de inspeção prática e que pudesse comportar todas as interferências. A metodologia utilizada para elaboração desse estudo foi baseada em referências bibliográficas publicadas, coleta de dados de estruturas e experiência dos autores, a fim de elaborar uma ficha para inspeção visual que buscasse identificar: patologias, causas e consequências em barragens de terra. A utilização do quadro de resultados associado com a ficha de inspeção permitiu o desenvolvimento de um checklist, contendo todos os itens especificados para a estrutura, considerando ainda a periodicidade a ser realizada conforme legislação vigente. Apesar das inspeções visuais possuírem limitações a metodologia se mostrou extremamente eficaz para integrar informações sobre o comportamento da estrutura de uma forma geral, bem como seu estado de conservação e operação.

PALAVRAS-CHAVE: Barragens, Inspeção, Monitoramento.

ABSTRACT: Dams may present pathologies that precede the rupture and many of these may be associated with instability problems and, therefore, the attempt to characterize the problem beforehand is positive for any project. The article aimed to correlate the main anomalies that may occur in earth dams, with possible causes and corrective actions that can be applied to prevent failure modes. These correlations motivated the development of a practical inspection form that could accommodate all interferences. The methodology used to prepare this study was based on published bibliographical references, data collection on structures and the authors' experience, in order to prepare a form for visual inspection that sought to identify: pathologies, causes and consequences in earthen dams. The use of the results table associated with the inspection form allowed the development of a checklist, containing all the items specified for the structure, also considering the frequency to be carried out in accordance with current legislation. Although visual inspections have limitations, the methodology proved to be extremely effective in integrating information about the behavior of the structure in general, as well as its state of conservation and operation.

KEYWORDS: Dams, Inspection, Monitoring.

1 INTRODUÇÃO

Diversos são os motivos e objetivos que regem a construção de um barramento. Segundo a Resolução ANM 95/2022 as barragens de mineração são aquelas construídas em cota superior à da topografia original do terreno, podendo ser utilizada em caráter temporário ou definitivo. A finalidade pode ser: contenção, acumulação, decantação ou descarga de rejeitos ou de sedimentos provenientes de atividades de mineração com ou sem captação de água associada.

De acordo com o Inventário de Barragens do Estado de Minas Gerais, o total de estruturas cadastradas no Sistema de Informações de Gerenciamento de Barragens (Sigibar), no ano de 2022, foi de 313 barragens. Em sua maioria (252 barragens) relacionadas a atividades de mineração. Dentre elas, 128 são de

armazenamento de rejeitos. Medeiros & Pinto (2014) trazem que a maior parcela sobre as causas e efeitos com acidentes em barragens tem sido atribuído ao erro humano (falta de conhecimento, erros de avaliação, desatenção, incapacidade técnica, procedimentos incorretos) entre outros.

Após diversas catástrofes ocasionadas com ruptura de barragem de mineração, comprovou-se a necessidade da rigorosidade dos órgãos fiscalizadores e das empresas em fazer investimentos visando o maior grau de conhecimento e segurança da estabilidade dessas estruturas.

Os principais tipos de falhas nas estruturas de disposição de rejeitos são: instabilização de taludes, piping (erosão interna), galgamento e liquefação. É necessário que se tenha conhecimento dos principais modos de ruptura que a estrutura estará sujeita de forma a contribuir na melhoria dos julgamentos em situações que demandem correções de falhas na estrutura (VALERIUS, 2014).

Uma das maneiras de se detectar possíveis anomalias que possam impedir ou ao menos identificar patologias na estrutura é por meio da prática de inspeções visuais regulares. As inspeções regulares devem contemplar minimamente ao que diz respeito às condições de segurança de uma barragem, considerando: os aspectos operacionais, de manutenção e monitoramento, que afetem potencialmente a sua integridade física, eficiência e a vida útil da barragem. É importante destacar que deixar de implementar as recomendações, ou ações corretivas especificadas em relatórios técnicos é considerado infração gravíssima, como exposto no Decreto Estadual nº 47.383, de 02 de março de 2018.

Diante disso, o artigo objetivou correlacionar as principais anomalias que possam ocorrer em barragens de terra, com possíveis causas e ações corretivas que podem ser aplicadas na prevenção de modos de ruptura. Essas correlações motivaram o desenvolvimento de uma ficha de inspeção prática e que pudesse comportar todas as interferências.. Justifica-se a escolha desse tipo de barragem por serem as mais abundantes estruturas de contenção de água e rejeitos, no Brasil e no mundo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A literatura traz alguns métodos construtivos de barragem, sendo eles “a montante”, “a jusante” e “linha de centro” (Figura 1), sendo o primeiro proibido de ser construído, conforme exposto no Art. 2º da Lei nº 14.066/2020.

De acordo com a Resolução ANM 95/2022, entende-se por alteamento a montante a metodologia construtiva em que os diques de contenção se apoiam sobre o próprio rejeito ou sedimento previamente lançados e depositados. O alteamento a jusante consiste na metodologia construtiva para jusante a partir do dique inicial, onde os maciços de alteamento são construídos com materiais de empréstimo ou com o próprio rejeito. Já o alteamento linha de centro utiliza a metodologia em que os alteamentos se dão de tal forma, que o eixo da barragem se mantém alinhado com o eixo do dique de partida; em razão da disposição do material construtivo, ocorre avanço parcial para jusante e parcial para montante, em relação à crista da etapa anterior.

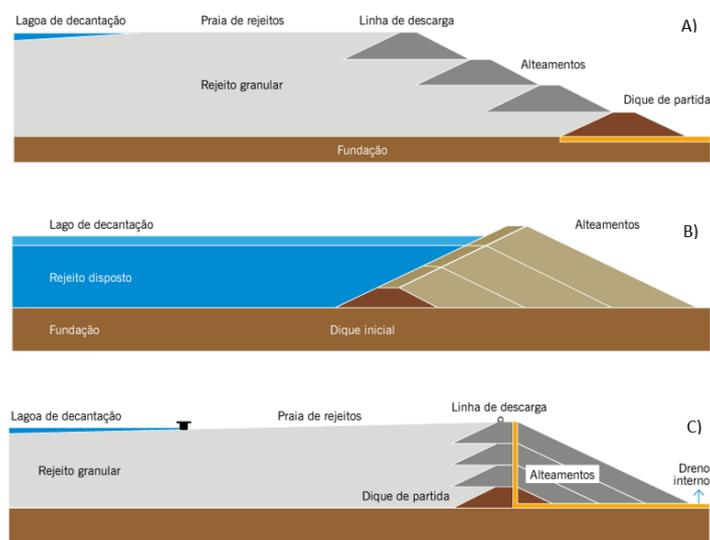


Figura 1. Métodos construtivos de barragens; A) Alteamento para montante; B) Alteamento para jusante e C) Alteamento por linha de centro (DUARTE. A. P, 2008 apud ICOLD, 2001).

Analisando uma séria histórica de acidentes/ocorrências de falhas em barragens, pode-se concluir que as principais causas de rompimentos de barragens se deram por problemas de: fundação, capacidade de vazão inadequada dos vertedouros, instabilidade dos taludes, falta de controle e monitoramento de anomalias e inspeção pós-tratamento, além de falta de instrumentos de monitoramento e segurança ao longo da vida útil da estrutura Duarte (2008 apud ICOLD, 2001). A depender de alguns fatores como: o tipo da barragem, método construtivo e materiais utilizados, a ruptura poderá ocorrer de diferentes formas, ou até mesmo por uma associação dos tipos de ruptura. Diante do exposto, o que pode ser observado dos inúmeros acidentes ocorridos nos últimos anos é a falta de monitoramento por parte das mineradoras em realizar procedimentos de segurança rotineiros e que possam reduzir os riscos de rupturas.

No “Manual de Operação”, sendo esse parte integrante do Plano de Ação de Emergência (PAE), são apresentadas as diretrizes de operação (onde é detalhado cada elemento da estrutura) e manutenção, devendo considerar as principais anomalias que possam ser encontradas na referida estrutura.

Um programa efetivo de inspeções e manutenções nas estruturas é de extrema importância para a estabilidade e segurança de uma barragem, tanto para curto quanto longo prazo. A inspeção visa a detecção antecipada de alterações de padrões de performance ou indícios de patologias que denunciem danos a estrutura e que devem ser eliminados. Além disso, essas anomalias podem ser monitoradas até que seja possível realizar ações tratativas.

As inspeções regulares devem seguir algumas etapas, sendo: planejamento, execução, avaliação dos resultados e elaboração do relatório de inspeção e o atendimento das recomendações indicadas no relatório. A consequência em não realizar inspeções de segurança resultam na incapacidade indicativa, com antecedência e/ou urgência, de reabilitação de barragens que representem ameaças, considerando que o rompimento da mesma compromete a segurança e a vida da população, que se encontram em manchas de inundação, além de trazer prejuízos ambientais e econômicos às localidades afetadas (ANA, 2016).

Dentre as anomalias que podem ser encontradas em barragens, as mais frequentes são: fissuras, surgências, instabilidade de taludes, recalques, proteção deficiente dos taludes, erosões superficiais, ravinamentos, ocorrência de árvores/arbustos, tocas de animais, obstruções nas drenagens superficiais e presença de colóides nas saídas de drenos de fundos.

De forma a contribuir na orientação das inspeções visuais nas barragens de rejeitos de mineração, foi realizado um levantamento das principais anomalias que podem causar instabilidades nas estruturas, bem como associar a sua possível forma de ruptura.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para elaboração desse estudo foi baseada no levantamento de dados publicados e projetos que os autores possuem acesso, em torno de trinta estruturas, porém sem autorização para identificação das estruturas, a fim de identificar as principais anomalias ocorrentes em barragens de terra no Brasil. Foram utilizados os dados de ANA (2016) e Fernandes (2022). Após a compreensão dos modos de ruptura, foi possível fazer uma correlação entre as patologias e as causas e consequências. O tratamento dos dados, a partir da experiência dos autores em projetos de barramentos, definiu uma ficha de inspeção, buscando contribuir na orientação das inspeções visuais nas barragens de rejeitos de mineração, elencando: principais anomalias, causas, consequências e tratativas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 1 apresenta as principais anomalias que podem ser observadas durante as inspeções visuais regulares em barramentos, suas possíveis causas, relacionando a possível ruptura associada (consequência), bem como as possíveis ações corretivas que devem ser implantadas. É importante destacar que as inspeções regulares devem ser realizadas por profissionais qualificados a função, de modo a se ter um olho humano habilitado para a avaliação das condições de uma barragem. A partir do Quadro 1 é possível pontuar as principais anomalias a serem observadas durante uma inspeção de segurança regular e sua correlação ao modo de ruptura, buscando trazer as causas dessas anomalias e propostas de ações corretivas a serem realizadas.

Quadro 1. Principais anomalias, causas, consequências e tratativas (adaptado de ANA, 2016).

Anomalia	Causa Provável	Possível Consequência	Ações Corretivas
Surgência de água ¹	1.Excesso de poropressão 2. Perda de resistência 3. Colmatção do dreno	Liquefação Piping	1.Implantação de filtros e drenos internos (verticais ou inclinados); 2.Implantação de Tapete horizontal; 3.Implantação de um Dreno de Pé.
Trincas e fissuras	Movimentação do maciço	Instabilidade Liquefação	1.Preenchimento de material argiloso, a fim de evitar sua propagação, em caso de trincas superficiais; 2.Monitoramento e análise de maior detalhe em trincas permanentes ou de maior extensão, buscando entender a causa de sua origem.
Recalques /Depressões, afundamentos e buracos	1.Distribuição dos esforços sobre suas fundações 2. Compactação inadequada ou associado a recalques em profundidade	1.Galgamento 2 2.Instabilidade de taludes	1.Obras de reforço na estrutura; 2.Proteção com enrocamento.
Erosões ou ravina mentos	Desgaste sofrido na face dos taludes pela ação do escoamento de água pluvial, causado principalmente por falha na cobertura vegetal	Instabilidade de taludes	1.Realizar as tratativas nas erosões existentes; 2.Manter a cobertura vegetal em bom estado de conservação.
Deslizamentos (rupturas superficiais e profundas)	Desprendimento de matérias (solo ou rocha) caracterizados como queda, escorregamento, tombamento e escoamento.	1.Instabilidade de taludes 2.Galgamento 3	1. Investigar as causas; 2. Inspeccionar outras partes da barragem e verificar se há continuidade da anomalia; 3. Realizar as manutenções e reconformação do local.
Borba livre insuficiente	Nível de água do reservatório não respeitando o limite de borda livre mínima estabelecida em legislação	Galgamento	Adequação da borda livre mínima do reservatório.
Vegetação não controlada	O crescimento de árvores e arbustos nas estruturas podem causar danos devido ao crescimento de suas raízes, causando por exemplo direção preferencial de percolação, aumento de vazios no barramento pela decomposição de raízes, obstrução de tubos e estruturas, entre outros. Além de dificultar ou impedir a inspeção visual na estrutura	1.Piping 2.Instabilidade de taludes	Manter a vegetação controlada nas estruturas da barragem.
Falha na cobertura vegetal	A exposição do barramento às ações intempéricas podem	Instabilidade de Taludes	1.Realizar a sementeira de sementes de grama nas áreas com falhas na cobertura vegetal; 2.Manter a cobertura vegetal em bom estado

¹ Importante verificar se há carreamento de sólidos junto a água;

² Em casos onde se tem uma borda livre crítica;

³ Em casos de deslizamento a montante da estrutura.

Anomalia	Causa Provável	Possível Consequência	Ações Corretivas
	acarretar em erosões e infiltrações excessivas de água da precipitação atmosférica na face dos taludes.		de conservação.
Presença de formigueiros ou cupinzeiros e tocas de animais	A presença desses insetos ou tocas de animais podem acarretar em percolações e erosões internas	Piping	1. Monitoramento e remoção dos insetos; 2. Tratamento de buracos nas estruturas;

Identificadas as patologias (causas e consequências) e formas de tratamento (ação corretiva), foi desenvolvida uma ficha de inspeção (Figura 2 e 3) contendo elementos interpretados como importantes e que buscassem rápida identificação e ação. Dentre os elementos podem ser citados: o tipo de inspeção, dados condições do reservatório, recursos disponibilizados para ações de manutenção corretiva e preventiva, comentários gerais para detalhar melhor os elementos e não permitir dupla interpretação, situações de acessos, revestimento vegetal, presença de insetos e animais, características das drenagens superficial e interna, presença de erosões e outras patologias, estado de conservação da estrutura com notas, permitindo ainda que sejam adicionadas fotos para melhor evidência da observação pontuada.

Destaca-se que a ausência de informações de projetos, seja na base consultada, seja nas estruturas que foram visitadas, limita em um primeiro momento a aplicação da ficha de inspeção. Nesses casos, a identificação de patologias necessita de investigação de forma a verificar as reais condições geotécnicas dos barramentos. A aplicação da ficha sem as informações supracitadas, acaba por gerar certo conservadorismo na interpretação e consequentemente pontuação para deliberação da tratativa.

Além dos dados apontados na ficha é importante trazer a regularidade de leitura dos instrumentos contendo: nome do instrumento, local desse instrumento na estrutura, a leitura atual (conforme data) e o nível.

Após o preenchimento da ficha é importante que se tenha um plano de ação para os elementos apontados. Nesse plano de ação é necessário trazer os itens listados numericamente bem como: a atividade, o responsável, o prazo e o status da tratativa.

Gestão de Barragens				Identificação
Ficha de Inspeção de Barragem				
Tipo de Inspeção: <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Especial <input type="checkbox"/> Rotina				
NA do Reservatório (m):		Volume do Reservatório (m³):		
Situação com potencial de comprometimento da segurança da estrutura		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Estrutura em Nível de Emergência		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Nível: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3		
Necessidade de existência de linha de praia no reservatório		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Menor Comprimento:		
Recursos financeiros aplicados nesta quinzena:		Investimentos estimados nesta quinzena:		
1. Comentários Gerais				
2. Situação dos Acessos				
Conservação Geral	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Deficiente	Observações:
Revestimento do Piso	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Deficiente	
Taludes	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Deficiente	
Dispositivos de Drenagem	<input type="checkbox"/> Bom	<input type="checkbox"/> Regular	<input type="checkbox"/> Deficiente	
3. Revestimento Vegetal				
<input type="checkbox"/> Bom estado de conservação <input type="checkbox"/> Gramínea necessitando de poda <input type="checkbox"/> Presença de vegetação arbustiva/arbórea <input type="checkbox"/> Ausente				Observações:
4. Presença de Insetos/Animais				
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				Observações:
5. Drenagem Superficial <input type="checkbox"/> Inexistente/Não se aplica				
<input type="checkbox"/> Em bom estado de limpeza conservação <input type="checkbox"/> Estrutura com necessidade de manutenção e/ou limpeza				Observações:
6. Erosões Superficiais				
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				Observações:
7. Trincas <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Trinca	Comprimento (m)	Abertura (mm)	Longit. / Transv.	Observações
T1				
T2				
8. Recalques <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Local	Depressão / Abatimento	Recalque	Observações	
Crista				
Bermas				
Taludes				
9. Surgências <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				
Surgência	Local	Carreamento visível de sólidos		Observações:
S1		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
S2		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
10. Drenagem Interna				
Existente	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Alteração significativa da vazão		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Carreamento visível de sólidos	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Saturação ao redor do dreno		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Medidor de vazão operante	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Assoreamento da saída do dreno		<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
11. Estado de Conservação (no caso de pontuação igual a 10 em qualquer coluna, proceder inspeção especial)				
Confiabilidade das estruturas extravasoras				
Estruturas civis bem mantidas e em operação normal /barragem sem necessidade de estruturas extravasoras	Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação		Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias	Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 3		<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 10
Observações:				
Percolação				
Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados		Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem implantação das medidas corretivas necessárias	Surgência nas áreas de jusante com carreamento de material ou com vazão crescente ou infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 3		<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 10
Observações:				

Figura 2. Ficha de inspeção proposta (Parte 1).

Gestão de Barragens			Identificação
Ficha de Inspeção de Barragem			
Deformações e Recalques			
Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura <input type="checkbox"/> 0	Existência de trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação <input type="checkbox"/> 2	Existência de trincas e abatimentos sem implantação das medidas corretivas necessárias <input type="checkbox"/> 6	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura <input type="checkbox"/> 10
Observações:			
Deterioração dos Taludes / Paramentos			
Não existe deterioração de taludes e paramentos <input type="checkbox"/> 0	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva <input type="checkbox"/> 2	Erosões superficiais, ferrugem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas necessárias <input type="checkbox"/> 6	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura <input type="checkbox"/> 10
Observações:			
Variável	Valor	EC	
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras			
Percolação			
Deformações e Recalques			
Deterioração dos Taludes e Paramentos			
12. Fotos			
Foto 1:		Foto 2:	

Figura 3. Ficha de inspeção proposta (Parte 2).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das inspeções visuais possuírem limitações quanto: ao histórico/existência do projeto, ausência de estudos geológico-geotécnico-hidráulicos, bem como equipe permanente que acumule o conhecimento ao longo das visitas de acesso a projetos, a metodologia se mostra extremamente eficaz para integrar informações sobre o comportamento da estrutura de uma forma geral, bem como seu estado de conservação e operação. Uma inspeção regular bem realizada pode antever ações catastróficas no caso de uma ruptura da barragem. A inspeção deverá ser realizada com o auxílio de um *checklist*, contendo todos os itens especificados para a estrutura e sua periodicidade deve ser realizada conforme legislação vigente, sendo recomendado aumentar sua frequência em períodos chuvosos e em caso de detecção de anomalias na estrutura, a mesma deverá ser acompanhada até que o problema seja sanado.

Nota-se que segurança de barragens é um tema muito discutido na atualidade e altamente complexo, demandando estudos frequentes e busca por tecnologias para melhorar o conhecimento e gestão de barragens. Desta forma, ferramentas simples como as fichas de inspeção podem agregar conhecimento e devem buscar uma padronização, apesar das particularidades que cada estrutura possa apresentar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Márcio Leão pela dedicação e apoio neste trabalho, bem como o apoio técnico da empresa Bio Rocha Consultoria Mineral Ltda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional De Água (ANA). *Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens Volume II: Guia de Orientação e formulários para inspeção de segurança de barragem*. Brasília. DF. 2016.
- Agência Nacional De Água (ANA). *Manual para Empreendedores Tomo II: Guia de Orientação e formulário para inspeção de segurança regular*. Brasília. DF. 2014.
- Agência Nacional de Mineração Resolução nº 95, de 7 de fevereiro de 2022: consolida os atos normativos que dispõem sobre segurança de barragens de mineração. Brasília, DF: ANM, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/barragens/legislacao/resolucao-no-95-2022.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2024.
- BRASIL. Lei Nº 14.066, De 30 De Setembro De 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14066.htm. Acesso em: 05 abr. 2024.
- Cardoso. I. F. et al. (2021). *Análise de Anomalias em Barragens da Bacia do Rio Itaúnas*. Vitória. ES, 23-49 p.
- Duarte. A. P, 2008 apud ICOLD, 2001. *Classificação das barragens de contenção de rejeitos de mineração e de resíduos industriais no estado de Minas Gerais em relação ao potencial de risco*. Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte. MG. 2008.
- Fernandes. R. B. *Inspeção, monitoramento e estabilidade de barragens*, Volume II. 1. Ed. – Curitiba. PR. Appris, 2022.
- Fundação Estadual Do Meio Ambiente (FEAM). *Inventário de Barragens Estado de Minas Gerais*, ano base 2022. Ed. Junho. Belo Horizonte. MG. 2023.
- Instituto Brasileiro De Mineração (IBRAM). *Guia de Boas Práticas: Gestão de Barragens e Estruturas de Disposição de Rejeitos*. Brasília. DF. 2019.
- Instituto Brasileiro De Mineração (IBRAM). *Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração*. Brasília. DF. 2016.
- Medeiros, C. H. de A. C.; Pinto, A. A. V. *A Importância Dos Fatores Não Tecnológicos Na Avaliação Da Segurança De Barragens. Destaques Para O Erro Humano E Gestão De Risco*. Revista Brasileira de Engenharia de Barragens: Comitê Brasileiro De Barragens, Rio de Janeiro. RJ. 2014.
- Valerius, M. B. *Cadastro E Análise Do Potencial De Risco Das Barragens De Rejeitos De Mineração Do Estado De Goiás*. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geotecnia, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília. DF. 2014.