



Geografia e Riscos: O Caso das Barragens de Rejeitos da Mineração

Alexandra Fernanda da Silva¹

✉ s.alexandrafernanda@gmail.com

1. *Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Maracanã, Rio de Janeiro – RJ.*

Histórico do Artigo: O autor detém os direitos autorais deste artigo.

Recebido em: 23 de fevereiro de 2024 Aceito em: 05 de dezembro de 2024 Publicado em: 30 de janeiro de 2025

Resumo: Os iminentes riscos aos quais barragens de rejeitos da mineração expõem as sociedades e o ambiente, cada vez mais vêm chamando atenção da comunidade científica. Dentre as ciências com escopo para análise, compreensão e mitigação destes riscos, encontra-se a ciência geográfica que, desde sempre, ocupou-se com a relação homem-meio. Este artigo tem como objetivo abordar a forma como a geografia pode e tem contribuído na previsão, prevenção e mitigação de riscos relacionados às barragens de rejeitos da mineração.

Palavras-chave: Geografia; Riscos; Barragens de mineração.

Geography And Risk: The Case Of Mining Waste Dams

Abstract: The imminent risks to which mining tailings dams expose societies and the environment are increasingly attracting the attention of the scientific community. Among the sciences with scope for analyzing, understanding and mitigating these risks, there is geographic science, which has always been concerned with the relationship between man and environment. This text aims to address how geography can and has contributed to the prevention, prediction and mitigation of risks related to mining tailings dams.

Keywords: Geography; Risks; Mining dams.

Geografía Y Riesgo: El Caso De Las Presas De Residuos Mineros

Resumen: Los riesgos inminentes a los que expón en las presas de relaves mineros a las sociedades y al medio ambiente han llamado cada vez más la atención de la comunidad científica. Entre las ciencias con margen para analizar, comprender y mitigar estos riesgos se encuentra la ciencia geográfica, que siempre se ha preocupado por la relación entre el hombre y el medio ambiente. Este artículo tiene como objetivo abordar cómo la geografia puede y ha contribuido a la predicción, prevención y mitigación de riesgos relacionados con las presas de relaves mineros.

Palabras clave: Geografía; Riesgos; Represas mineras.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por matéria prima, advinda da mineração, consequência do desenvolvimento socioeconômico mundial, vem gerando um proporcional aumento dos rejeitos derivados desta atividade. O Brasil, por exemplo, encontra-se no contexto mundial como grande exportador global de nióbio, minério de ferro, manganês, titanita, bauxita e muitos outros. Como consequência da larga escala de produção dessas mineradoras, tem-se um aumento na geração dos rejeitos e na probabilidade de rompimento das barragens desses rejeitos, ou seja, maior risco.

Os recentes desastres ocorridos nos municípios de Mariana e Brumadinho (MG), na última década de XXI chamam ainda mais atenção da comunidade acadêmica e científica para a necessidade de análises de risco e segurança de barragens.

Nesse sentido, este estudo busca analisar o risco ambiental que envolve as barragens de rejeito de mineração à luz da ciência geográfica que tanto tem contribuído para previsão, prevenção e mitigação desses riscos, uma vez que consegue vislumbrar a problemática em toda sua completude – espacial, social, econômica e ambiental.

A concepção de risco nas geociências

Segundo Adams (1995), o termo “risco” assumiu papel de termo técnico na literatura em 1921, com a clássica obra de Frank H. Knight, intitulada “*Risk, uncertainty and profit*”. Nesta obra, Knight conceitua e difere risco e incerteza e destaca que: “se você não sabe ao certo o que vai acontecer, mas você conhece as probabilidades, isso é risco, e se você nem conhece as probabilidades, isso é incerteza” (KNIGHT, 1921).

De acordo com (MARANDOLA JR. & HOGAN, 2004), os geógrafos se dedicam aos estudos dos perigos naturais (*natural hazards*) desde a década de 1920. O marco deste tipo de estudo e preocupação por parte da comunidade geográfica se deu em 1927, quando o governo dos Estados Unidos recrutou cientistas de várias áreas para pensar soluções para os problemas de inundações que afligiam áreas rurais e urbanas. Com as lacunas deixadas pelos estudos de engenharia, outros cientistas foram chamados para uma versão mais abrangente e completa do

estudo. É aí que entra o geógrafo e sua imprescindível capacidade de incorporar uma visão integrada do problema (WHITE, 1973 *apud* MARANDOLA JR. & HOGAN, 2004).

A partir disso, a compreensão dos fenômenos perpassa pela compreensão da relação homem-natureza:

Com a incorporação destes profissionais às investigações, cada vez mais a questão se direcionou para a relação homem-meio/sociedade-natureza, incidindo diretamente nos impactos e embates decorrentes da ação antrópica sobre um determinado ambiente. (MARANDOLA JR. & HOGAN, 2004).

A geografia física, que tem os elementos da natureza como cerne, foi a que melhor incorporou a problemática dos riscos naturais. Gregory (1992) avalia que, a geografia física possui histórico de análise de eventos extremos e tendência a justaposição das investigações do meio físico às questões socioeconômicas.

Portanto, risco está associado a um perigo de cunho natural e socioeconômico e, dentre as inúmeras conceituações existentes nas geociências para o termo “risco”, destacaremos neste estudo o conceito de Veyret (2007, p. 11), que diz: O risco, objeto social, define - se como a percepção do perigo, da catástrofe possível e Aneas De Castro (2000, p. 3) que conceitua o risco como: Probabilidade de ocorrência de um perigo.

MATERIAL E MÉTODOS

Barragens de rejeitos e seus riscos

Segundo a associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT, 2017), as barragens de rejeitos da mineração são barramentos, diques ou reservatórios com a finalidade de contenção, acumulação ou decantação dos rejeitos/descargas de sedimentos da mineração. Podendo ser construídas como próprio rejeito, terra ou enrocamento.

A barragem de contenção de rejeitos pode ser construída por alteamentos sucessivos a partir da execução inicial de uma barragem piloto. Esse alteamento se dá por três métodos: método de alteamento a jusante, linha de centro e montante. Sendo o método montante o mais antigo e mais utilizado devido sua simplicidade e economia. Contudo, é ele também, o que oferece maiores riscos (CETEM, 2010). Sobre isto Albuquerque Filho (2004) esclarece que: O principal agravante relacionado à adoção do método de montante consiste no fato de que os alteamentos são realizados sobre materiais depositados em curto intervalo de tempo que,

consequentemente, encontram-se pouco consolidados. Veja no Quadro 1o alguns dos principais métodos contrutivos.

Quadro 1- Métodos de Construção de Barragens de Rejeito

	Alteamento a Montante	Alteamento a Jusante	Alteamento a Linha de centro
Descrição	Método mais utilizado devido à sua simplicidade. Construção de dique inicial e diques de alteamento no talude de montante com material de empréstimo, estéreis de lavra ou com grossos da reciclagem. Lançamento pela crista por ciclonagem ou sistemas de tubos.	Construção de dique inicial impermeável e barragem de pé Separação dos rejeitos na crista do dique por meio de hidrociclones Dreno interno e impermeabilização a montante	Variante do método a jusante
Vantagens	Menor custo Maior velocidade de alteamento Utilizado em lugares onde há área restrita	Maior segurança Compactação de todo o corpo da barragem	Flexibilidade do volume de grossos de ciclone necessário com relação ao método jusante
Desvantagens	Baixa segurança devido à linha freática próxima ao talude de jusante Suscetível à liquefação Possibilidade de Piping	Necessidade de grandes quantidades de grossos de ciclonagem Deslocamento do talude de jusante (proteção superficial só ocorre no final da construção)	Necessidade de sistemas de drenagem eficientes e sistemas de contenção a jusante

Fonte: Adaptado de Santos *et al.* 2016

De acordo com Ancold (2003), o risco é estimado por expectativas matemáticas dos resultados de um evento adverso, ou seja, produto entre a probabilidade de ocorrência do fenômeno e suas consequências para todos os cenários. Portanto, o risco é consequência da combinação de um cenário. Este cenário, no tocante especificamente a barragens de rejeitos é:

“[...] uma combinação de circunstâncias únicas, tais como: um evento inicial, condições do reservatório, modo de operação, modos de falha, fluxos a jusante e a presença de certo número de pessoas a jusante da barragem no momento do acidente”(GALO, 2017)

A previsão e mitigação de riscos requerem um gerenciamento que perpassa pelas etapas de – identificação, análise, avaliação, controle e monitoramento. Segundo Galo (2017) encontra-se várias metodologias já desenvolvidas e em desenvolvimento para apreciação dos níveis de riscos associado a barragens, esses cálculos são em função da probabilidade de ruptura e dos danos associados que indicam três categorias: aceitável, tolerável e inaceitável.

No estudo dos riscos de barragens de rejeito a análise de estabilidade dos taludes, de montante e jusante, é um dos principais procedimentos. Esta análise dispõe de duas metodologias: determinística e probabilística. Telles (2015), afirma a existência de dois tipos de abordagem na determinação do fator de segurança de taludes sob a perspectiva determinística – teoria do equilíbrio limite e análise de tensão. Sendo o equilíbrio limite o mais utilizado dos dois, devido a sua simplicidade que na prática funciona assim:

Seu mecanismo de análise procura a resistência máxima suportada pelo talude antes da ruptura, de modo que as tensões aplicadas sejam inferiores às tensões resistentes. Este método leva em consideração as incertezas através de um coeficiente global de segurança admitindo que a estabilidade dar-se-á desde que o fator de segurança seja superior a 1 (SAUSEN NETTO, 2019).

No tocante a metodologia probabilística, altamente complexa em virtude do grau de diferenciação do solo, que contribui fortemente para as incertezas em relação a estabilidade da encosta. Melchers (1987) nos fala que neste método a confiabilidade estrutural ate-se ao cálculo da probabilidade de violação do estado limite das estruturas de engenharia em qualquer fase de sua vida.

Assim, existem inúmeros métodos utilizados para alcançar os resultados em ambas às metodologias supracitadas, são modelos matemáticos dos mais variados tipos. Contudo, cabe lembrar que não faz parte dos objetivos deste estudo a contemplação desses métodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mapeamento como categoria de análise, previsão, prevenção e mitigação dos riscos

Qualquer sistema de gerenciamento de áreas de risco implica, em primeiro lugar, no conhecimento do problema por meio do mapeamento dos riscos, sendo que, essas áreas poderão ser caracterizadas em seus diferentes níveis de risco, hierarquizadas para o estabelecimento de medidas preventivas e corretivas administradas por meio de ações de controle de uso e ocupação do solo.

“Assinalar os riscos em um mapa equivale a ‘afirmar o risco’ no espaço em questão. O zoneamento e a cartografia que o acompanham constituem a base de uma política de prevenção.” (VEYRET, 2007)

Na construção do mapeamento de risco de uma determinada área, a primeira providência é a elaboração do mapa de inventário. Este mapa conta com as seguintes informações: distribuição espacial dos eventos, tipo, tamanho, forma e estado de atividade, fotos e imagens de campo. Este mapa fornece as bases para elaboração do mapa de suscetibilidade.

O mapa de suscetibilidade é o mais importante na elaboração de medidas de prevenção e planejamento do uso e ocupação, ele expressa a suscetibilidade de acordo com classes de probabilidade de ocorrência. Dessa forma mapa de suscetibilidade: mapeia os fatores que influenciam a ocorrência dos eventos fazendo uma correlação entre estes e classifica as unidades da paisagem em graus de suscetibilidade.

Com base nos mapas de inventário e de suscetibilidade, inicia-se a elaboração do mapa de risco. Esse mapa conta com as seguintes características: probabilidade temporal e espacial, bem como, a tipologia e o comportamento do fenômeno; vulnerabilidade dos elementos sob risco; custo dos danos; aplicabilidade temporal limitada (CARVALHO e GALVÃO, 2007).

No Brasil, as barragens de rejeitos da mineração, estão sujeitas à Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que trata da Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB inclui barragens que:

- tenham altura maior ou igual a 15 m;
- reservatório maior ou igual a 3.000.000 m³;
- resíduos perigosos depositados em seu reservatório;

- que sejam classificadas com médio ou alto potencial para causar danos ambientais e socioeconômicos.

A Política Nacional de Segurança de Barragens determina diversos conceitos, parâmetros e obrigações aos empreendedores (donos das barragens) e aos órgãos que fiscalizam a gestão de sua segurança. (ANM, 2019).

No período que antecede a regulamentação das atividades mineradoras no Brasil, havia pouca ou nenhuma preocupação da relação destas atividades com riscos a sociedade e ao ambiente. Os resíduos das atividades mineradoras, bem como os fragmentos de rochas não utilizados eram descartados no ambiente sem qualquer cuidado ou preocupação ambiental (CASTRO, 2021)

O Código de Mineração - Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 - trouxe as primeiras ações regulatórias destas atividades e foi resultado das preocupações mundiais com as questões ambientais.

Com o advento da regularização e controle da gestão das atividades mineradoras foi possível identificar os principais riscos envolvendo barragens de rejeitos da mineração. Entre eles, Castro destaca os seguintes:

Podem ser elencadas as características naturais da região e algumas decisões técnicas das mineradoras como fatores que propiciaram os desastres acontecidos. A localização das jazidas de ferro em zona climática úmida e na cumieira das serras da região são alguns deles. Se por um lado a água é um recurso imprescindível para a mineração nas etapas de beneficiamento do minério, sua presença em abundância pode passar a ser um empecilho no acesso ao minério. O rebaixamento do lençol freático junto à mina para acesso ao minério de ferro requer um manejo da água, e, em algumas circunstâncias, a sua estocagem em barragens para controle de vazão e reutilização futura. (CASTRO, 2021).

Outro fator muito relevante no que se refere a risco de barragens é a prática de alteamento para montante, técnica amplamente utilizada no Brasil, sobretudo nas barragens do chamado Quadrilátero Ferrífero, onde já foi possível constatar inúmeros desastres ocasionados por esta técnica, como podemos observar na Tabela 1:

Tabela 1. Desastres causados por ruptura em barragens de alteamento a montante

Mina	Empresa	Município	Ano	Tipo de barragem	Desastre	Fonte
Fernandinho	Itaminas	Itabirito	1986	Alteamento à montante	Ruptura e liberação de rejeitos no ambiente, mortes humanas	PARRA & LASMAR (1987)
Mineração Rio Verde	Mineração Rio Verde	Nova Lima	2001	Cava de mina com alteamento	Ruptura e liberação de rejeitos no ambiente, mortes humanas	CETEM (2016)
Herculano Mineração	Herculano Mineração	Itabirito	2014	Alteamento a montante	Ruptura e liberação de rejeitos no ambiente, mortes humanas	CETEM (2016) e MPMG (2011)
Germano	SAMARCO	Mariana	2015	Alteamento a montante	Ruptura e liberação de rejeitos no ambiente, mortes humanas	SAMARCO (2017)
Córrego do Feijão	VALE	Brumadinho	2019	Alteamento a montante	Ruptura e liberação de rejeitos no ambiente, mortes humanas	ANM (2019)

Fonte: CASTRO, 2021

Em razão dos fatores de risco elevados em barragens do tipo alteamento a montante, foi promulgada a Resolução nº 130/2023/ANM/MME que proíbe a construção ou o alteamento de barragens de mineração pelo método denominado “a montante” em todo o território nacional. Estas evoluções na legislação refletem a necessidade de aprimoramento constante das normas e práticas relacionadas à segurança de barragens de rejeito, a fim de mitigar os riscos associados a essas estruturas e garantir a proteção do meio ambiente e das comunidades circunvizinhas.

Veja a Figura 1 indicando as barragens de mineração distribuídas no território Brasileiro categorizadas por risco.

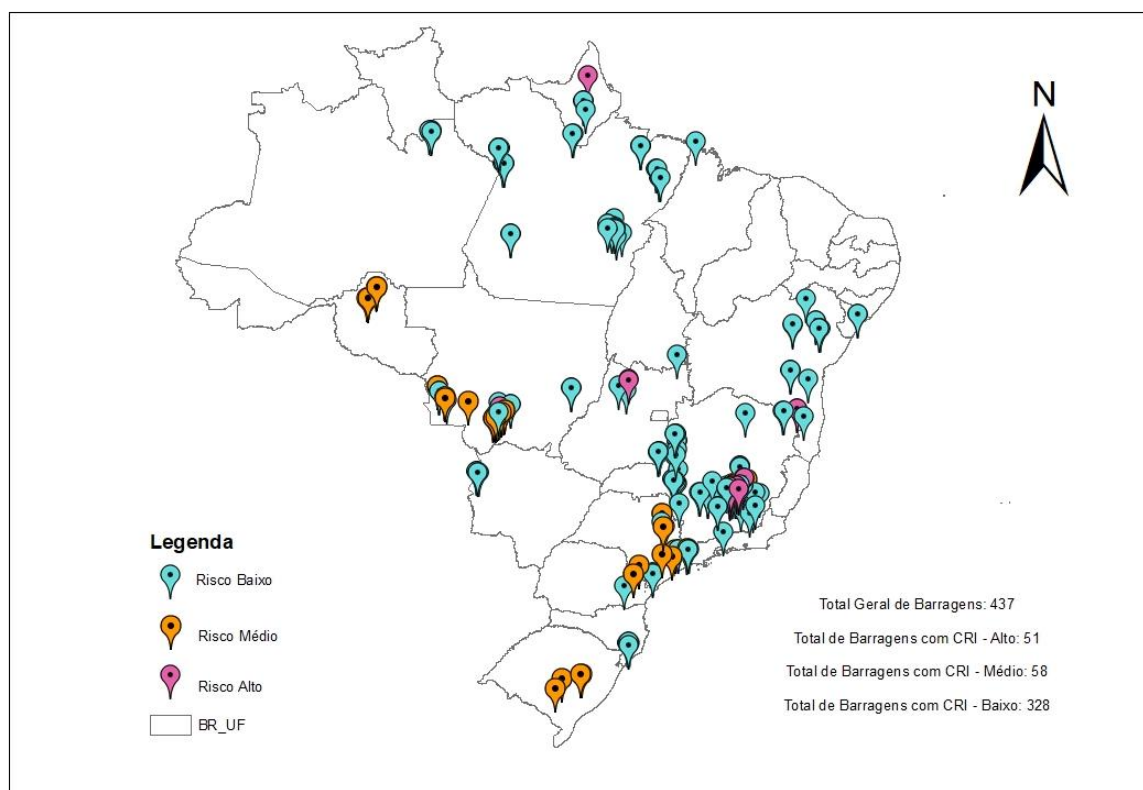


Figura 1 – Categoria de Risco das Barragens de Mineração do Brasil

Fonte: Elaborado pela autora. Dados do DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral, 2016.

O advento da cartografia como ferramenta de gestão de riscos, cumpre papel primordial ao realizar a espacialização destes e explicitar as correlações contidas nessa espacialização.

“A cartografia permite, ao mesmo tempo, a objetivação do risco e sua designação como problema público, ela pode ser definida como ferramenta de comunicação e ajudar em mobilização social [...]”. (VEYRET 2007).

Além disso, o mapeamento de risco é uma ferramenta fundamental para a prevenção e o gerenciamento de áreas de risco na mineração. O mapeamento de risco envolve a elaboração do mapa de inventário, o mapa de suscetibilidade e o mapa de risco, que fornece informações essenciais para a elaboração de medidas de prevenção e o planejamento do uso e ocupação do solo. Esses mapas permitem a caracterização das áreas em seus diferentes níveis de risco e a hierarquização para o estabelecimento de medidas preventivas e corretivas. A cartografia desempenha um papel crucial na identificação, análise e mitigação de riscos associados às barragens de rejeitos da mineração, contribuindo para a segurança e a proteção do meio ambiente e das comunidades impactadas.

CONCLUSÃO

A ciência geográfica, com sua tradicional postura de ocupar-se do entendimento da relação homem-meio, torna-se indispensável nos estudos relacionados aos riscos. Uma vez que, riscos são sempre ligados a relações de causa e efeito entre a humanidade e a natureza. Além disso, a ciência geográfica tem a capacidade de avaliar os fenômenos envolvendo os riscos em todas as suas dimensões, sejam elas, físicas, sociais ou ambientais.

Os avanços tecnológicos relacionados aos instrumentos de geoinformação também colocam a geografia em posição de destaque no que concerne à identificação e gestão dos riscos, pois, possibilita através de modelos matemáticos um rápido e eficiente mapeamento das áreas de risco, sendo esse um dos principais instrumentos para uma boa gestão.

Estamos diante de um grande desafio pela frente na redução de desastres envolvendo barragens de rejeitos da mineração, desastres esses, cada vez mais frequentes no Brasil e no mundo. A geografia não foge a essa luta e tem mostrado que muito pode contribuir na previsão, prevenção e mitigação desses riscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 13028. **Mineração - Elaboração e Apresentação de Projeto de Barragens para Disposição de Rejeitos, Contenção de Sedimentos e Preservação de Água** - Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

ADAMS, J. **Risk: the policy implications of risk compensation and plural rationalities**. London, UCL Press, 1995.

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Resolução nº 4, de 15 de fevereiro de 2019. Estabelece medidas regulatórias cautelares objetivando assegurar a estabilidade de barragens de mineração, notadamente aquelas construídas ou alteadas pelo método denominado "a montante" ou por método declarado como desconhecido. **Diário Oficial da União** 2019.

ALBUQUERQUE FILHO, L.H. **Análise do Comportamento Geotécnico de Barragens de Rejeitos de Minério de Ferro Através de Ensaios de Piezocone**. Tese de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2004.

ANEAS DE CASTRO, S. D. **Riesgos y peligros: una visión desde lá Geografía**. Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona, n.60, 2000, p. 1-15. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>. Acesso em: 03 jan. 2023.

ANM – AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Resolução nº 130, de 24 de fevereiro de 2023. **Diário Oficial da União** 2023. Disponível em: https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&sgl_tipo=RES&num_ato=00000130&seq_ato=000&vlr_ano=2023&sgl_orgao=ANM/MME&cod_modulo=566&cod_menu=8014. Acessado em: 23 de Janeiro de 2024

AUSTRALIAN NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS INC - ANCOLD. **Guidelines on Risk Assessment**. Queensland, Austrália, 2003.

Geografia e Riscos: O Caso das Barragens de Rejeitos da Mineração

CASTRO, P. DE. T. A. **Desastres de Mariana e Brumadinho: o que aprendemos ou deixamos de aprender?**. Caderno de Geografia, v. 31, n. 1, p. 196-207, fev. 2021. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/25542>. Acesso em: 24 janeiro 2024.

KNIGHT, FRANK HYEMANN. **Risk, uncertainty and profit**. Houghton Mifflin, 1921.

GALO, DAVID DE BARROS. **Análise de riscos em barragens de rejeitos com o uso de técnicas semiprobabilísticas de estabilidade de taludes—um estudo de caso**. 2017.

GREGORY, K. J. **A natureza da Geografia Física**. (trad. Eduardo de A. Navarro) Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367p.

LUZ, ADÃO BENVINDO, SAMPAIO, JOÃO ALVES, FRANÇA, SILVIA CRISTINA ALVES, **Tratamento de Minérios**, CETEM/MCT, 2010.

MARANDOLA JR, EDUARDO; HOGAN, DANIEL JOSEPH. **Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos**. Ambiente & Sociedade, v. 7, n. 2, p. 95-110, 2004.

MELCHERS, R. E. **Structural Reliability: Analysis and Prediction**. Chichester, New York: John Wiley & Sons, 1987.

MINERAL, DNPM Sumário. **Departamento Nacional de Produção Mineral. Ministério de Minas e Energia**. Brasília, 2016 Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2016/@download/file/sumario-mineral-2016.pdf> Acessado em 15 de Fevereiro de 2024

MINISTÉRIO DAS CIDADES / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007 176 p.

SANTOS, DAM DOS; CURL, A.; SILVA, JM DA. **Técnicas para a disposição de rejeitos de minério de ferro**. In: VI Congresso Brasileiro de Mina a Céu Aberto (CBMina), Belo Horizonte. 2010.

SAUSEN NETTO, Arthur. **Análise de estabilidade de uma barragem de terra: abordagens determinística e probabilística**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2019

DE MATTOS TELLES, Ana Cláudia. **Análise de estabilidade de um talude rompido na rodovia RJ 130, Teresópolis, RJ**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2015

VEYRET, Y. Introdução. In: VEYRET Y. (Org) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. p.11-21.

MACEDO, L. C. *et al*. Segregação de resíduos nos serviços de saúde: a educação ambiental em um hospital-escola. **Cogitare Enfermagem**, v. 12, n. 2, p. 183-188, 26 nov. 2007.

MACHADO, L. G. F; VIEIRA, L. J. E. S; ROMCY, C. M. A. Boas práticas sobre o gerenciamento de resíduos em saúde: uma revisão integrativa. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, Umuarama, v. 27, n. 8, p. 4798-4815, 2023

MORESCHI, C. *et al*. The importance of waste from healthcare services for teachers, students and graduates of the healthcare sector. **Revista gaúcha de enfermagem / EENFURGS**, v. 35, n. 2, p. 20-26, 2014.

NAGASHIMA, L. A.; BARROS JUNIOR, C. DE; FONTES, C. E. R. Análise da produção e taxa de geração de resíduos sólidos de serviços de saúde do Hospital Universitário Regional de Maringá. **UNICIÊNCIAS**, v. 10, p. 103-143, 2006.

NAIME, R. H.; RAMALHO, A. H. P.; NAIME, I. S. Diagnóstico do sistema de gestão dos resíduos sólidos do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. **UNICIÊNCIAS**, v.10, p.103-142, 2006.



NORGUEIRA, D.N.; CASTILHO, V. Castilho. Resíduos de serviços de saúde: mapeamento de processo e gestão de custos como estratégias para sustentabilidade em um centro cirúrgico. **REGE – Revista de Gestão**, V. 23, p. 362–374, 2016.

OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN AMERICANA DA SAÚDE. **DeCS/MeSH**: descritores em ciências da saúde. Descritores em Ciências da Saúde. Disponível em: <https://decs.bvsalud.org/>. Acesso em: 09 ago. 2024.

RIZZON, Fernanda; NODARI, Cristine Hermann; DOS REIS, Zaida Cristiane. Desafio no Gerenciamento de Resíduos em Serviços Públicos de Saúde. **Revista de Gestão em Sistemas de Saúde**, /S. L/ v. 4, n. 1, p. 40–54, 2015.

ROCHA, M. R. A. *et al.* Condições sociais, de saúde e de trabalho entre trabalhadores do serviço hospitalar. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 74, n. 2, p. 1–9, 2021.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Safe management of wastes from health-care activities**. 2. ed. Geneva: WHO Press, 2014.