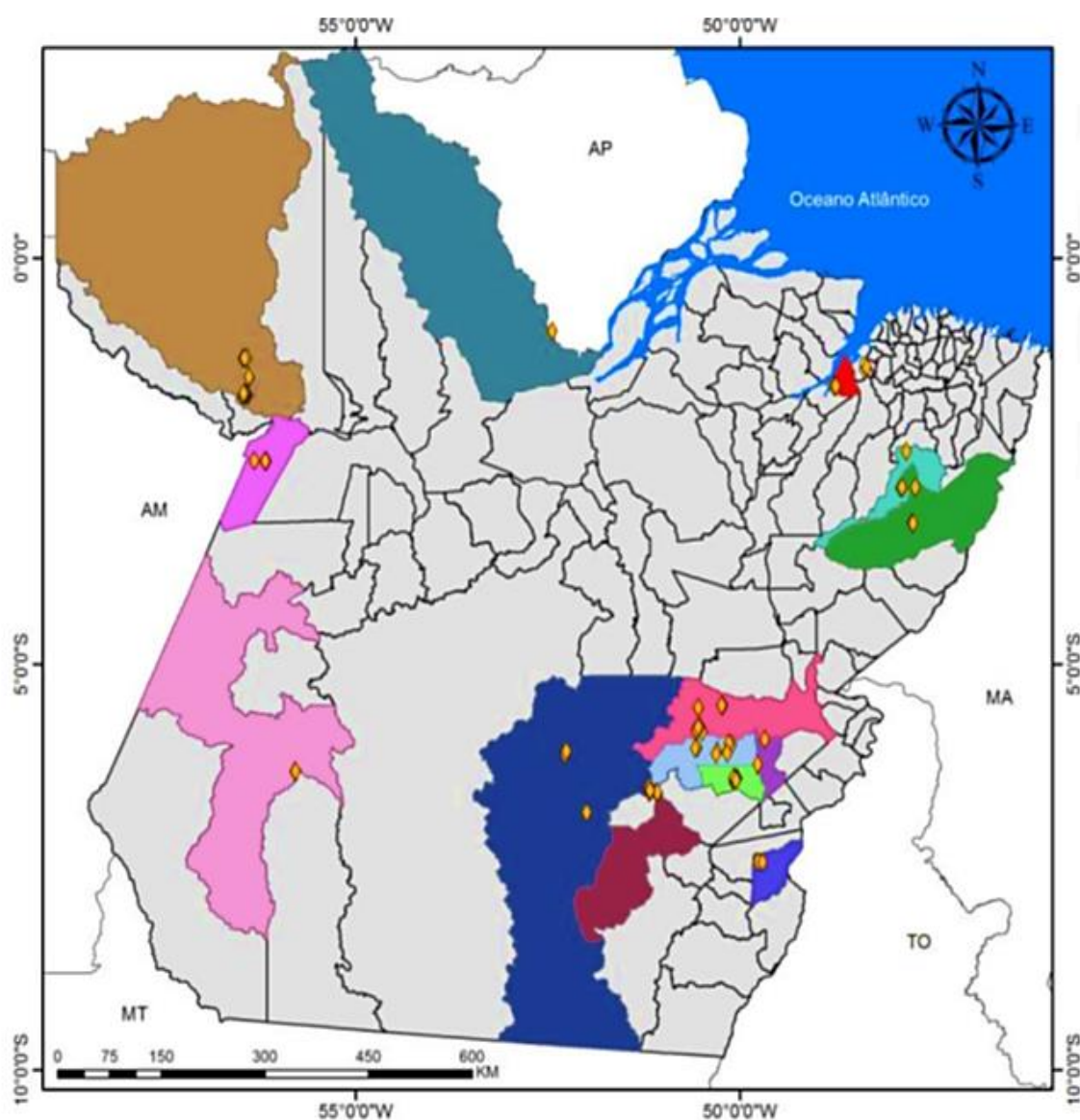




Municípios com barragem de rejeito de mineração – Gêssica Rodrigues



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

INSTITUTO CIBERESPACIAL

Av. Tancredo Neves, nº 2501 – Terra Firme – CEP: 66.077-830 – Belém-PA



Journal of Applied Hydro-Environment and Climate

Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima

v.1, n.2

Julho/Dezembro

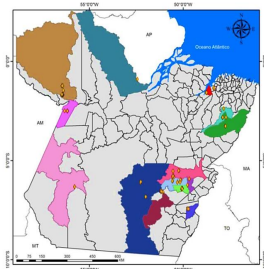
2019

Journal of Applied Hydro-Environment and Climate – v.1.n.2

Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima – v.1.n.2



v.20 n.03 julho/desembro 2019



Municípios com barragem de rejeito de mineração - Géssica Rodrigues

Journal of Applied Hydro-Environment and Climate

Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima

O Journal of Applied Hydro-Environment and Climate - Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima foi criado em 2018 pelo curso de Engenharia Ambiental e Energias Renováveis e é um periódico publicado pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

Imagem da Capa: Mapa dos municípios com barragem de rejeitos - Pará

Autora: Géssica Rodrigues

Editora-Chefe

Milena Marília Nogueira de Andrade

Editora Adjunta

Suzana Romeiro Araújo

Corpo Editorial

Ana Cláudia Moreira Teodoro

Caroline Arantes

Claudio Szlafsztein

Leonardo Ramirez-Lopez

Maria Nazaré Maciel

Marcelo Eduardo Dantas

Ofelia Pérez Montero

APRESENTAÇÃO

O Journal of Applied Hydro-Environment and Climate - Jornal Aplicado em Hidro-Ambiente e Clima vem apresentar ao leitor seu primeiro volume, número dois trazendo quatro artigos científicos e uma nota-técnica nos temas de gestão ambiental, uso e conservação do solo e modelagem ambiental.

A primeira contribuição de Rodrigues e Szlafsztein apresenta uma análise preliminar das barragens de rejeito de mineração no estado do Pará quanto ao risco e ao dano potencial de acordo com os parâmetros da legislação e consolidando um banco de dados por meio de Sistema de Informação Geográfica.

Cavecchia e colaboradores apresentam um estudo local em áreas de canavial sobre a resistência do solo no sul do país. Na área de modelagem ambiental, uma análise de dados de focos de calor foi realizada por Silva e colaboradores no município de Altamira e na Flona Saracá-Taquera em Oriximiná, no estado do Pará.

A nota técnica-científica foi elaborada por Monteiro Neto e colaboradores investigando a partir de dados de sensoriamento remoto, a evolução do número de moradias na bacia do Tucunduba em Belém, Pará.

Gostaríamos de agradecer a todos os profissionais de instituições diversas que colaboraram a partir de parecer ad hoc, ao apoio do Instituto Ciberespacial em nome de seu diretor Prof. Dr. Pedro Campos e da Pró-Reitoria de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico, em nome da Prof. Dra. Nazaré Maciel, e à Editora-Chefe da Revista de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, Prof. Dra. Rafaelle Fazzi Gomes por todo o apoio para a publicação na realização deste primeiro volume.

Milena Marília Nogueira de Andrade
Editora-Chefe

Suzana Romeiro Araújo
Editora Adjunta

Artigos

Articles

[Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado](#)
Mining Tailings Dams in the State of Pará: Preliminary Analysis of the Data Bank as to the Risk and Associated Potential Damage

Géssica dos Santos Rodrigues, Cláudio Fabian Szlafsztein

[Resistência do solo à penetração sob idades de reforma do canavial](#)

Soil resistance to penetration under sugarcane reform ages

Leonardo Mamede Cavecchia, Osvaldo Guedes Filho, Carlos Henrique Wachholz de Souza, Roberto de Assis de Souza Junior, Nádia da Silva Salatta, Zequiel Gomes Pereira

[Análise da distribuição espacial e temporal de focos de calor no município de Altamira, Pará](#)

Analysis of the spatial and temporal distribution of hotspots in the municipality of Altamira, Pará

Bruno Mateus Santiago da Silva, Ian Rodrigues Brito, Leonardo Corrêa Cordeiro, Marlon de Moraes Lima, Jamer Andrade da Costa

[Análise espacial e temporal dos focos de calor e desmatamento na Flona Saracá-Taquera, Oriximiná-PA](#)

Spatial and temporal analysis of hotspots in Saracá-Taquera Flona, Oriximiná-Pará

Francisco Áureo Noronha Filho, Fernanda Costa de Lima, Rodrigo Otávio Silva da Costa, Sarah Brasil de Araújo de Miranda, Jamer Andrade da Costa

Nota Técnica-Científica

Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado

Mining Tailings Dams in the State of Pará: Preliminary Analysis of the Data Bank as to the Risk and Associated Potential Damage

Géssica dos Santos Rodrigues^{1*} | Cláudio Fabian Szlafsztajn²

Resumo

Diante da crescente exploração de recursos minerais no estado do Pará, as barragens de rejeitos da mineração chamam a atenção mediante aos acontecimentos de desastres da mineração ocorridos no Brasil. Este trabalho objetiva analisar preliminarmente o cenário das barragens, identificando a situação destas nos municípios e bacias hidrográficas quanto ao Dano Potencial Associado e o Risco. As informações utilizadas estão disponíveis em bases de dados da Agência Nacional de Mineração e Agência Nacional de Águas, e foram analisadas num ambiente de Sistema de Informação Geográfica. O Dano Potencial Associado e o Risco foram analisados tendo como norteadora a Resolução 143/2012 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. A base de dados apresentava inconsistências como a quantidade de barragens e a sua localização, que após o tratamento dos dados, permitiu inferir que haviam no estado do Pará noventa e três barragens de mineração distribuídas em dezesseis municípios. Sendo que destes dezesseis, um município possuía barragens classificadas como de Alto Risco de rompimento e sete municípios com Barragens de Alto Dano Potencial. Sendo assim, as barragens de mineração são necessárias para a mineração, porém, cabe a necessidade de garantir a segurança destas para evitar desastres com impactos negativos à sociedade e ao meio ambiente. As divergências encontradas no banco de dados poderiam dificultar ações imediatas e preventivas.

INTRODUÇÃO

A história da mineração no Brasil inicia-se no século XVII, porém o seu primeiro destaque remete-se ao século XVIII com a descoberta e exploração de aluviões auríferos na região do estado de Minas Gerais. No século XX, a intensificação da exploração da riqueza mineral remonta à década de 1930, decorrente de crescentes incentivos governamentais, no âmbito de um período que se consideravam a industrialização e o setor mineral como a base para desenvolver o Brasil, e em forma particular, também integrar a região Amazônica com o restante do País (Coelho *et al.*, 2016; Viena, 2015).

O estado do Pará apresenta um grande potencial minerário, em particular de Bauxita, Caulim e Calcário, Ouro, Ferro, Manganês, Cobre e Níquel (Jorge João, 2013), iniciando na década de 1970 as primeiras grandes explorações (Monteiro, 2005).

Segundo dados de 2016, o Pará ocupava o segundo lugar dentre os estados do Brasil quanto à produção em toneladas de minérios. Os municípios do estado do Pará que apresentam maior arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) são Parauapebas, Marabá, Paragominas, Canaã dos Carajás e Oriximiná (ANM, 2016a).

O valor e o tipo de produto mineral proveniente da exploração mineral são regulados internacionalmente, sendo

valorizados minérios e teores de pureza de forma diferenciada. Os materiais de menor interesse ou valor são descartados gerando resíduos (Figueiredo, 1992).

Os resíduos provenientes do beneficiamento dos minérios são definidos em dois tipos: estéril e rejeitos. Sua diferença consiste na quantidade de água; o estéril pode ser armazenado em montes em locais determinados, enquanto, que os rejeitos são destinados a barragens (Neves *et al.*, 2016). As barragens são estruturas construídas, para fins de contenção, acumulação ou decantação de rejeito de mineração proveniente do beneficiamento de minérios (ANM, 2017a).

O quadro legal e normativo vigente no Brasil associado à atividade de mineração apresenta alguns instrumentos associados à garantia da segurança das barragens (Quadro 1), como a lei 12.3

Quadro 1. Legislação associada ao setor mineral

Número/ano	Tipo	Finalidade
23.279/1934	Decreto	Cria o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM)
1.985/1940	Decreto-lei	Código de Minas: define os direitos sobre as jazidas e minas, o regime do seu aproveitamento e regula a intervenção e fiscalização do Estado.
3.365/1941	Decreto-lei	Código da Mineração que estabelece as competências da União em administrar os recursos minerais.
227/1967	Decreto-lei	Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985/1940.
7.990/1989	Lei	Define a Compensação Financeira pela Exploração dos Recursos Minerais (CFEM)
8.001/1990	Lei	Define os percentuais de distribuição da contribuição financeira de que trata a Lei 7.990/1989.
12.334/2010	Lei	Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens.
143/2012	Resolução	Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial e pelo seu volume.
70.389/2017	Portaria	Cria o Cadastro Nacional de Barragens de Mineração, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração.
13.575/2017	Lei	Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM) e extingue o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM).
9.406/2018	Decreto	Regulamenta o novo código de mineração
6/2019	Resolução	Altera os percentuais definidos pela lei 7.990/1986 sobre a CFEM

Fonte: MME, 2017; Brasil, 2019.

O Brasil registrou onze rompimentos de barragens entre 1915 e 2019, sendo nove ocorridos no estado de Minas Gerais e o restante em Goiás (CSP, 2019). Dentre os de maior impacto e

Análise do Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado

dividido em 28 sub-bacias: Costa Atlântica, Gurupi, Guamá, Capim, Acará, Moju, Tocantins-Foz, Tocantins, Pará, Baía de Caxiuaná, Calha Amazônica, Marajó Ocidental, Marajó Oriental, Itacaiúnas, Araguaia, Fresco, Baixo Xingu, Alto Xingu, Iriri, Baixo Amazonas, Paru Jari, Cuminapanema Maecurú, Hnamundá-Trombetas, Baixo Tapajós, Tapajós Amazonas, Alto Tapajós e Jamaxim (Figura 2) (ANA, 2016a).

Figura 1. Localização do estado do Pará – limites e municípios

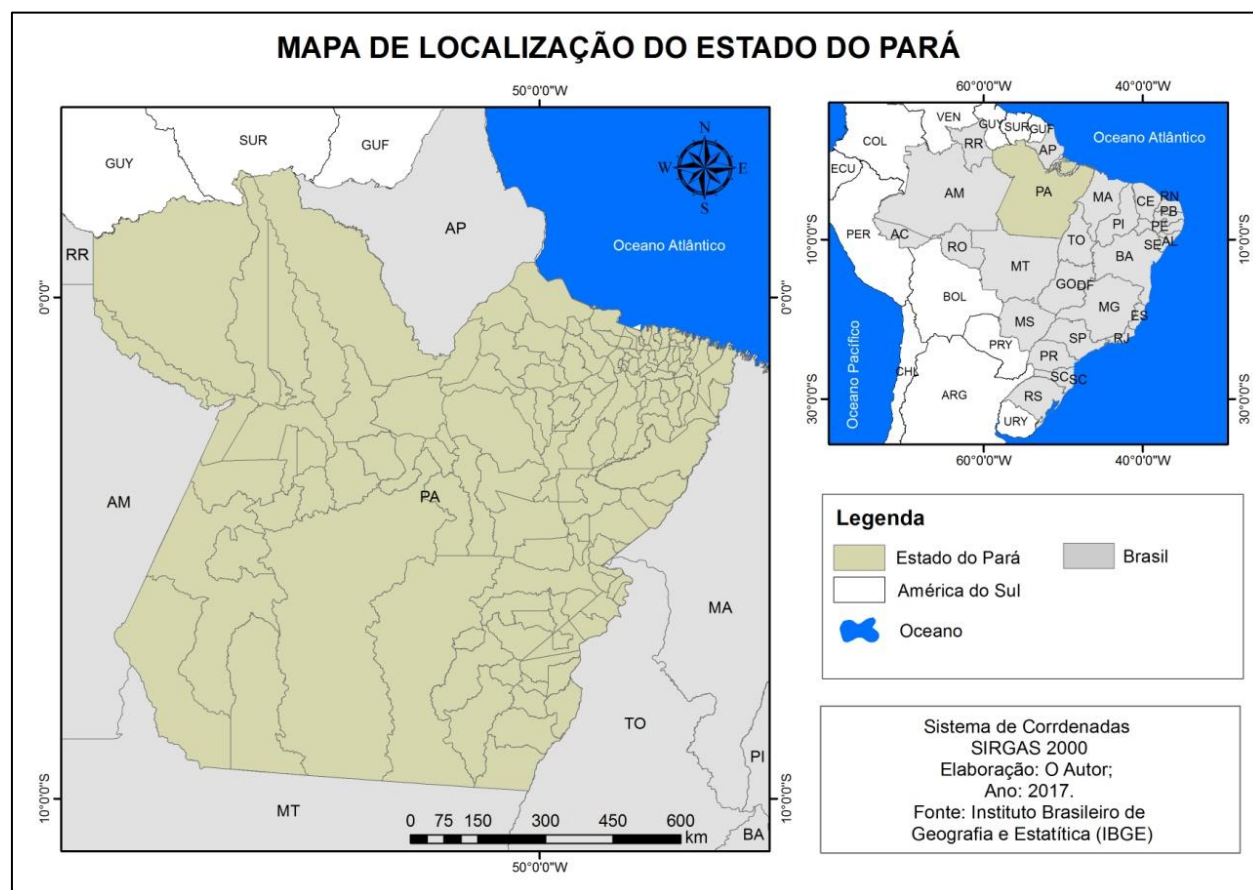
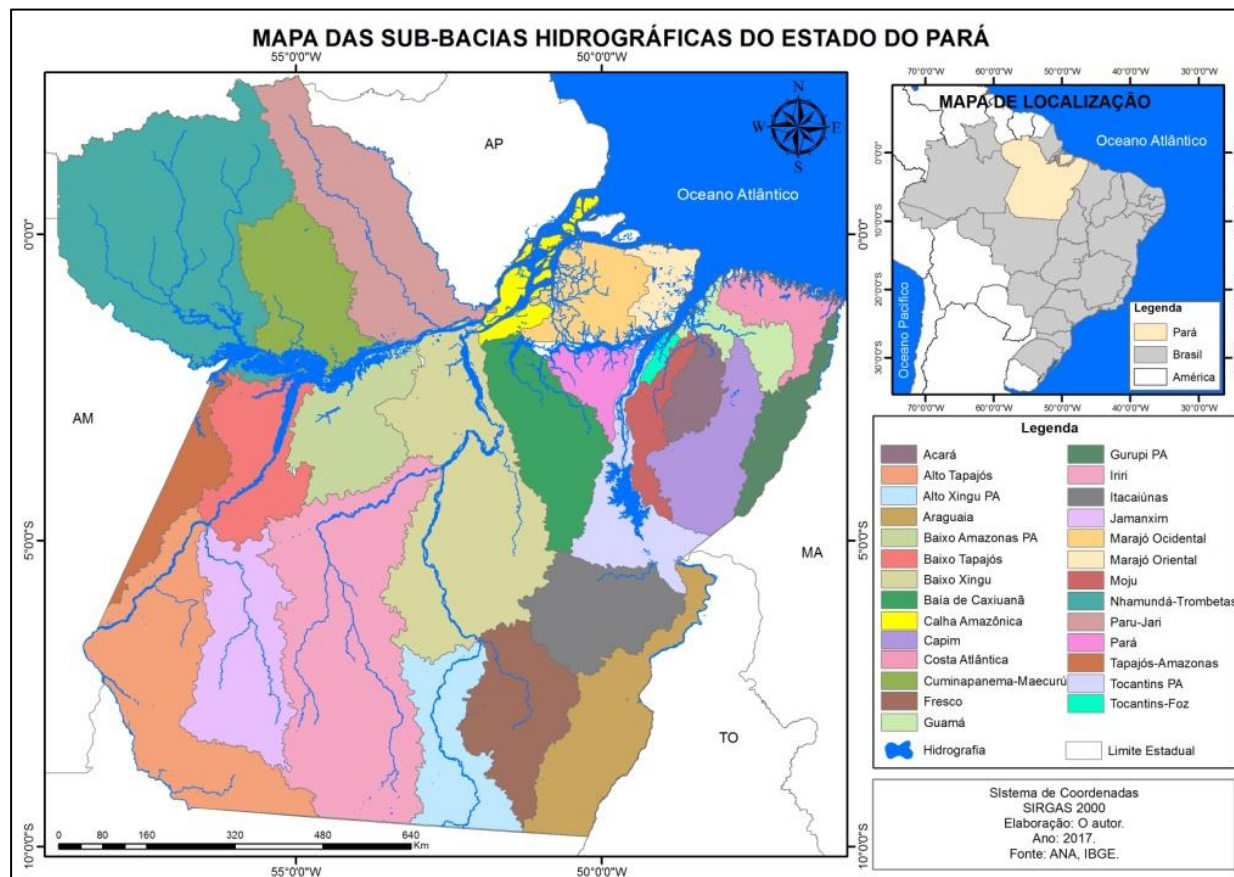


Figura 2. Mapa das sub-bacias do estado do Pará



Análise do Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado

Quadro 2. Fontes de dados e informações utilizados na pesquisa

Dados e Informações				
Tipo	Fonte	Objetivo	Período	Escala
Barragens de Rejeitos da Mineração	Agência Nacional das Águas (ANA) http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2017	Quantidade de Barragens	2017	Estadual
		Localização		
		Tipo de minério extraído		
		Empresa responsável		
	Agência Nacional de Mineração (ANM) http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/arquivos-barragens/CADASTRO%20NACIONAL%20DE%20BARRAGENS_2016%20_FINAL%2006-01-2017.pdf/view	Quantidade de Barragens		
		Localização		
		Tipo de minério extraído		
		Empresa responsável		
Sub-Bacias Hidrográficas	Agência Nacional das Águas (ANA) 			

oportunidade, os fiscais pontuam os subitens a partir dos critérios. Por exemplo, o item Características Técnicas (CT) possui o subitem Altura (a), Comprimento (b) e

Vazão do projeto (c) que apresentam quatro critérios cada, a pontuação encontrada para os subitens considerando os critérios é somada gerando o resultado das Características Técnicas (CT), este procedimento é utilizado para os demais subitens (Tabela 1).

A Categoria de Risco (CT) é classificado, segundo a Resolução 143/2012 (Brasil, 2012), em Alto Risco (≥ 60 ou $EC=10$), Baixo Risco (35 a 60) e Baixo Risco (≤ 35). A pontuação (maior ou igual a 10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) Pontuação (maior ou igual a

10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente categoria de risco alta e necessidade de providências imediata pelo responsável da barragem. As pontuações de cada item são diferenciadas com base nas características específicas, o método para defini-las não é explicitado na resolução. O Dano Potencial Associado segue os mesmos procedimentos, no entanto, não possui critérios (Tabela 2).

O DPA é classificado da seguinte forma: Alto Dano Potencial (≥ 13), Médio Dano Potencial ($7 < DPA < 13$) e Baixo Dano Potencial (≤ 7).

Tabela 1. Metodologia estabelecida na Resolução 143/2012 para Categoria de Risco

Categoria de Risco (CRI = CT + EC + PS)	
---	--

Análise do Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado

Plano de Segurança de Barragens (PS)		Umidade ou surgência nas áreas de JB, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados	3	PS = h + i + j + l
		Umidade ou surgência nas áreas de JB, paramentos, taludes ou ombreiras sem implantação das medidas corretivas	6	
		Surgência nas áreas de JB com carregamento de material, com vazão crescente, infiltração do material contido, com potencial de comprometimento da SE	10	
	Deformações e recalques (f)	Inexistência de deformações e recalques com potencial de comprometimento da SE	0	
		Trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação	2	
		Trincas e abatimentos sem implantação das medidas corretivas necessária	6	
		Trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da SE	10	
	Deterioração dos Taludes/paramentos (g)	Não existe deterioração de taludes e paramentos	0	
		Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva	2	
		Erosões superficiais, ferragem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas	6	

Análise do Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado

		Não possui PAE (quando exigido pelo órgão fiscalizador) exigido pelo órgão fiscalizador)	8	
	Relatórios de inspeção e monitoramento da instrumentação e de Análise de Segurança (I)	Relatórios regulares de IM com base na instrumentação e de AS	0	
		Apenas relatórios regulares de AS	2	
		Apenas relatórios regulares de IM	4	
		Apenas relatórios regulares de inspeção visual	6	
		Não emite regularmente relatórios de IM e AS	8	

Fonte: Brasil, 2012. AS (Análise de Segurança). IM (Inspeção e Monitoramento). SB (Segurança da Barragem). SE (Segurança da Estrutura). CMP (Cheia Média Provável). TR (Tempo de Recorrência). JB (Jusante da Barragem). PAE (Plano de Ação Emergencial).

Tabela 2. Metodologia estabelecida na Resolução 143/2012 para Categoria Dano Potencial Associado

Categoria Dano Potencial Associado			
Item	Subitem	Pontos	Valor Final
Volume Total do Reservatório (a)	Muito Pequeno (≤ 500 mil m ³)</		

	MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO (barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos Classe I-Perigosos (NBR 10004 da ABNT))	10	
Impacto socioeconômico (d)	INEXISTENTE (sem instalações em áreas afetadas a JB)	0	
	BAIXO (pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a JB)	1	
	MÉDIO (moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a JB)	3	
	ALTO (alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômico na área afetada a JB)	5	

Fonte: Brasil, 2012. JB (jusante da barragem). APP (Área de Preservação Permanente).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Erros do registro de dados relacionados às barragens de rejeitos no estado do Pará foram constatados, diante do tratamento constatou-se que as divergências principais nas bases de dados dos órgãos ANA e ANM associavam-se à quantidade de barragens de rejeitos e as suas coordenadas geográficas (Figura 3).

Noventa e cinco barragens de rejeitos da mineração estavam distribuídas em 16 municípios do estado do Pará até 2017 (Tabela 3), sendo que os municípios Oriximiná, Barcarena e Parauapebas

Análise do Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado

Ananindeua	1
Rio Maria	
Almeirim	
Ourilândia do Norte	2
Curionópolis	3
Itaituba	
Paragominas	
Floresta do Araguaia	4
Juruti	
Ipixuna do Pará	
Marabá	8
Canaã dos Carajás	
São Felix do Xingu	
Parauapebas	9
Barcarena	10
Oriximiná	23
Total	93

Fonte: ANM, 2017b

Análise do Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado

	São Félix do Xingu	Mineração São Francisco de Assis Ltda.
		Coop. Mineradora dos Garimpeiros de Ariqueles Ltda.
Argila	Oriximiná	Mineração Rio do Norte S/A
Argila Arenosa	Canaã dos Carajás	VALE S/A
	Marabá	Salobo Metais S/A
Bauxita Grau Metalúrgico	Paragominas	Mineração Paragominas S/A
Bauxita Grau Não Metalúrgico	Juruti	Alcoa World Alumina Brasil Ltda.
Cascalho	São Félix do Xingu	Coop. Mineradora dos Garimpeiros de Ariqueles Ltda.
Caulim	Almeirim	CADAM S/A
	Barcarena	Imerys Rio Capim Caulim S/A
	Ipixuna do Pará	Pará Pigmentos S/A
		Imerys Rio Capim Caulim S/A
Min		

Os danos potenciais caso haja o rompimento podem variar em magnitude considerando a presença de população à jusante da barragem, as características socioeconômicas culturais presentes na área de entorno da mesma e a possibilidade de impacto ambiental. As três barragens supracitadas apresentam classificação quanto ao dano potencial equivalente a baixo, porém, o risco social, ou seja, o compreendido pela população diante da percepção do risco deve ser levado em consideração.

Nos desastres de Brumadinho (2019) e Mariana (2015) constatou-se que os danos podem ir além da área próxima à localização da barragem de rejeitos causando danos sociais, ambientais,

culturais e econômicos, além da perda de vidas. Diante disto, cabe conhecer o Grau de Dano Potencial que as barragens no estado do Pará oferecem.

Sete municípios possuem barragens com Alto Dano Potencial Associado: Paragominas, Barcarena, Parauapebas, Marabá, Canaã dos Carajás, Curionópolis e Oriximiná. Os municípios Barcarena, Ipixuna do Pará, Itaituba, Juruti, Marabá, Oriximiná e Parauapebas apresentam barragens com classificadas como de Médio Dano Potencial Associado. Os municípios de Almerim, Curionópolis, Juruti, Marabá, Parauapebas e Rio Maria foram classificados

Análise do Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado

São Félix do Xingu	8	0	0	0	8
--------------------	---	---	---	---	---

Fonte: ANM, 2017b.

Tabela 5. Classificação dos Municípios quanto ao Dano Potencial Associado

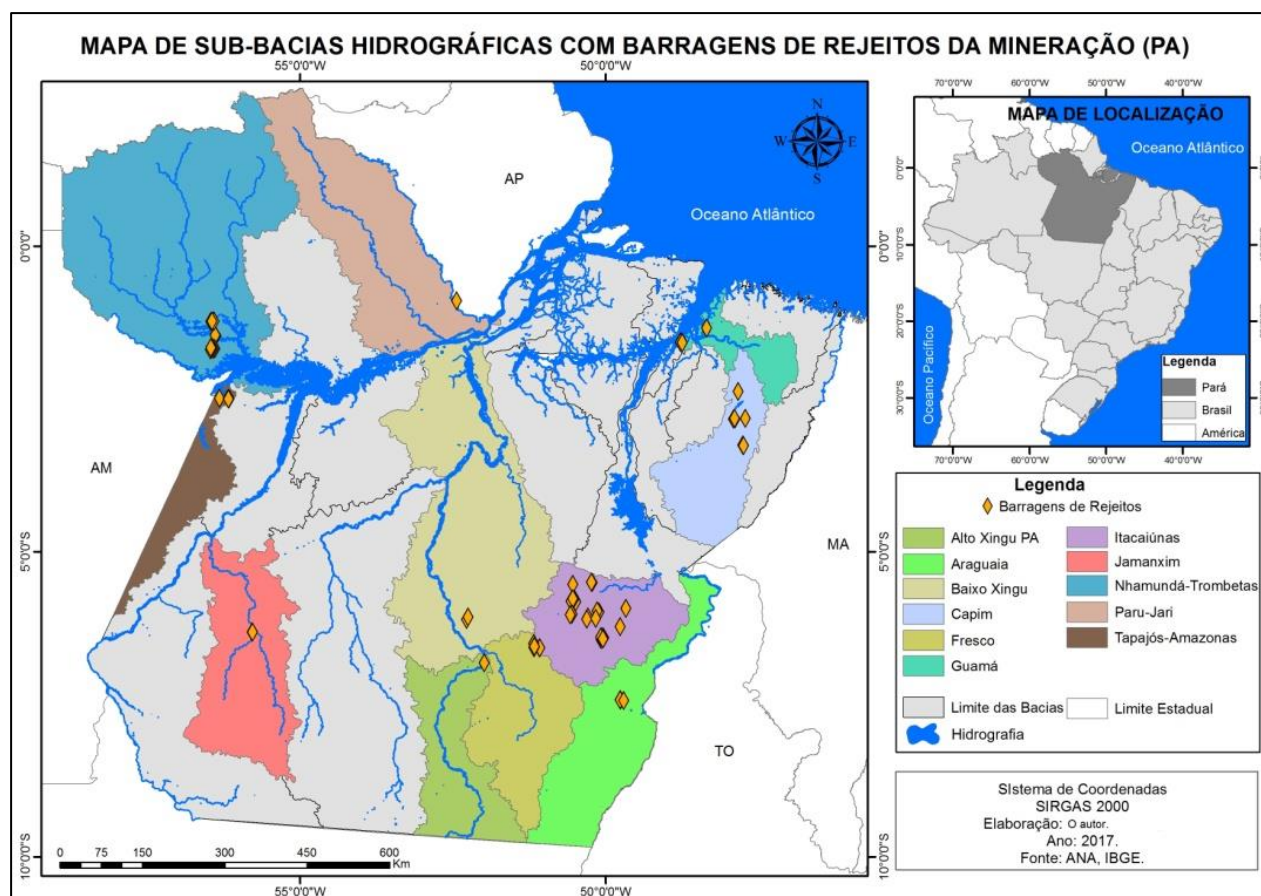
Município	Quantidade de barragens				
	Total	Categoria de Dano Potencial Associado			Sem classificação
		Baixo	Médio	Alto	
Almeirim	1				

voltado a ações imediatas diante das barragens de rejeitos proporcionando o gerenciamento eficaz destas (Sánchez, 2013).

As empresas mineradoras são obrigadas legalmente, para a construção e implementação de uso de barragens de rejeitos da mineração, a seguir normas que visem à segurança da barragem, principalmente rompimentos, a fim de evitar acidentes. No entanto, os estudos sobre a análise de risco ambiental relacionado ao tema da mineração no Brasil raramente são aplicados (Sánchez, 2007).

As barragens de rejeitos encontram-se distribuídas em onze sub-bacias do estado do Pará: Nhamundá-Trombetas, Tapajós Amazonas, Paru-Jari, Alto Xingu, Fresco

Análise do Barragens de Rejeitos da Mineração no Estado do Pará: Análise Preliminar do Banco de Dados quanto ao Risco e Dano Potencial Associado



banco de dados atualizados e fidedignos ainda se encontram desorganizados. Neste trabalho de análise preliminar os tipos de grau de Risco e Dano Potencial Associado nas Barragens de Rejeitos no estado do Pará são identificados.

No estado do Pará, ainda há poucos trabalhos desenvolvidos sobre o tema, sendo assim, esta pesquisa busca contribuir através dos resultados, ao conhecimento do cenário que envolve a temática neste território. Dados com divergências poderiam ocasionar problemas como ações imediatas ou preventivas sobre a possibilidade de

informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-70-389-de-2017, Acesso 06 novembro de 2017a.

_____, Dados Sobre as Barragens de Mineração

Serra M (2018) Tragédia em Mariana. Record, Rio de Janeiro, 54 p.
<https://img.travessa.com.br/capitulo/RECORD/TRAGEDIA EM MARIANA A HISTORIA DO MAIOR DESASTRE AMBIENTAL DO BRASIL-9788501115737.pdf>. Acesso 31/05/2019.

Tavares M

