



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE RISCOS E
DESASTRES NA AMAZÔNIA**

DIANNE DANIELLE FARIAS FONSECA

**PANORAMA DAS BARRAGENS DE REJEITO MINERAL DOS
ESTADOS DO PARÁ E AMAPÁ**

Belém-Pará
Janeiro/2019

DIANNE DANIELLE FARIAS FONSECA

**PANORAMA DAS BARRAGENS DE REJEITO MINERAL DOS ESTADOS
DO PARÁ E AMAPÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres na Amazônia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia.

Área de Concentração: Minimização de Riscos e Mitigação de Desastres Naturais na Amazônia

Linha de Pesquisa: Geotecnia de Barragens

Orientador: Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztein

Belém-Pará

Janeiro/2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

F676p Fonseca, Dianne Danielle Farias.
Panorama das barragens de rejeito mineral dos estados do Pará e Amapá / Dianne Danielle Farias
Fonseca, . — 2019.
63 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztain
Dissertação (Mestrado) - , , Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Barragens de Rejeito Mineral. 2. Pará e Amapá. 3. Política Nacional de Segurança de Barragens. 4. Sistemas de Informações Geográficas. 5. Classificação de Barragens. I. Título.

CDD 624.151

DIANNE DANIELLE FARIAS FONSECA

**PANORAMA DAS BARRAGENS DE REJEITO MINERAL DOS ESTADOS
DO PARÁ E AMAPÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres na Amazônia, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia.

Área de Concentração: Minimização de Riscos e Mitigação de Desastres Naturais na Amazônia

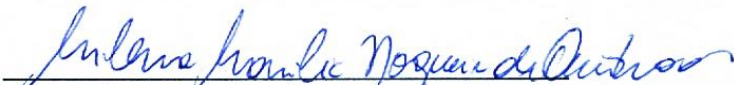
Linha de Pesquisa: Geotecnia de Barragens

Data de aprovação: 29/02/2019

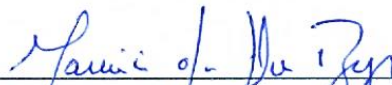
Banca Examinadora:



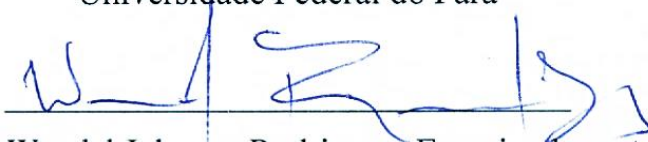
Prof. Claudio Fabian Szlafsztajn -Orientador
Doutor em Ciências Naturais
Universidade Federal do Pará



Profª. Milena Marília Nogueira de Andrade -Examinador interno
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará



Prof. Mauricio, da Silva Borges -Examinador interno
Doutor em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará



Prof. Dr. Wendel Johnson Rodrigues -Examinador externo
Doutor em Engenharia Mineral
Clariant International Ltd.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztain, pela instrução que me oferece desde a iniciação científica, preocupação e principalmente a dedicação em compreender meus anseios científico-profissionais e a necessidade de conciliar o trabalho, a academia e o pessoal.

À Agência Nacional de Mineração – ANM pela cessão dos dados e por honrar a transparência das informações nos órgãos públicos. Em especial aos servidores Alex Freitas, Luiz Paniago, Luiz Oliveira, Marcos Antônio Cordeiro e Edwin Soeiro.

Ao Serviço Geológico do Brasil, pela infraestrutura oferecida, em especial aos servidores Hugo Polo, Alexandre Carvalho e Mario Sastre pelo apoio no geoprocessamento e impressão das informações.

A minha Alice, a quem tanto amo, pela compreensão em todas as ausências.

RESUMO

As barragens de rejeitos são, no mundo todo, o principal meio de armazenar os resíduos do processo de mineração. Apesar do avanço na gestão do gerenciamento de barragens no Brasil com a implantação da Lei nº 12.334/2010, muitos acidentes envolvendo esses empreendimentos ainda são registrados. O rompimento da barragem de Fundão em Mariana-MG trouxe à tona, novamente, o debate a respeito do gerenciamento de riscos desses empreendimentos, os papéis dos empreendedores, dos órgãos de fiscalização e da defesa civil. Assim, o governo brasileiro vem esforçando-se para assegurar o cumprimento dos padrões de segurança, porém a identificação, cadastramento e unificação das informações nos órgãos, ainda é um desafio. A Agência Nacional de Mineração-ANM, através da Política Nacional de Segurança de Barragens-PNSB, classifica esses empreendimentos em relação à Categoria de Risco, Características Técnicas, Estado de Conservação, Plano de Segurança e Dano Potencial Associado. Essas informações trazem importantes subsídios a respeito do estado de conservação e segurança dessas estruturas, porém, a ausência de um documento que reúna esses dados e que forneça uma comparação sistemática e especializada sobre o atual estado, das 74 barragens de rejeito mineral, nos Estados do Pará e Amapá, acaba por prejudicar as ações de priorização e planejamento dos órgãos competentes. Portanto, essa pesquisa objetiva mostrar o panorama atual das barragens de rejeito dos Estados do Pará e Amapá, quanto a sua classificação dentro da Política Nacional de Segurança de Barragens, que seja uma fonte de informações sobre as principais características das barragens, para que assim órgãos fiscalizadores, defesa civil, gestores públicos, setor financeiro e a sociedade possam priorizar as ações que garantam a integridade e segurança desses empreendimentos. O mapa **Barragens de Rejeito Mineral dos Estados do Pará e Amapá** é resultado do Sistema de Informações Geográficas, criado a partir de um banco de dados que reuniu 74 barragens inseridas na PNSB. Nele, é possível visualizar a distribuição das barragens em relação a populações, bacias hidrográficas e áreas restritivas, assim como, as principais informações sobre suas características técnicas. Os resultados mostraram que das 68 barragens do Estado do Pará, 32% apresentam Dano Potencial Associado-DPA alto, 62% DPA médio e apenas 6% apresentam DPA baixo. Em relação à Categoria de Risco-CR, 99% apresentam CR baixo. No Estado do Amapá das 6 barragens inseridas na PNSB, 50% apresentam DPA alto, 33% médio e 17% baixo. Quanto a CR, 99% baixo e 1% alto. Dessa forma, essa pesquisa contribui para tornar o acesso e a leitura das informações sobre as barragens de rejeitos nos estados do Pará e Amapá mais claros, concisos e diretos. Consequentemente a sociedade em geral terá uma maior efetividade no processo de gestão do risco destes empreendimentos.

Palavras-chave: Barragens de Rejeito Mineral. Política Nacional de Segurança de Barragens. Sistema de Informação Geográfica. Pará (PA). Amapá (AP).

ABSTRACT

Worldwide, the tailings dams are the main form to store residues generated by mining processes. Despite the advances related to the management of such dams in Brazil due to Law 12.334, many accidents involving this type of venture still occur. The rupture of the Fundão dam in Mariana-MG brought up, once again, the debate on risk management of such ventures, the role of the company in charge, the role of the supervisory offices as well as the Civil Defence. Thus, the Brazilian government is striving to assure that the safety standards are accomplished but the identification, record and the unification of the information at the supervisory offices still pose as a challenge. The Agência Nacional de Mineração – ANM/ National Agency of Mining by means of the Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB/ National Policy for Dam Safety classifies these ventures based on their Risk Categories, Technical Categories, State of Conservation, Safety Plan and Associated Potential Damage. This information reveals important subsidies regarding the State of Conservation and Safety of these structures but the absence of a document that gathers this data and provides a systematic and specialized comparison on the actual situation of the 74 tailings dams holding ore waste in the states of Pará and Amapá end up harming the prioritization and planning operations of the proper authorities. Therefore, this research aims to show the current perspective on the tailings dams in the states of Pará and Amapá regarding their classification according to the Política Nacional de Segurança de Barragens/ National Policy for Dam Safety and to become a source of information on the main characteristics of such dams, in order that supervisory offices, Civil Defence, public managers, financial sectors and the overall community can prioritize the actions that guarantee the integrity and safety of such ventures. The map titled **Barragens de Rejeito Mineral dos Estados do Pará e Amapá/ Mineral Tailings Dams in the states of Pará and Amapá** results from the Sistema de Informações Geográficas/Geographic Data System created from a database that gathered 74 dams included in the PNSB. On the map, it is possible to visualize the distribution of the dams in relation to the population, hydrographic basin and restrictive areas as well as the main information on their technical characteristics. The results reveal that taking in consideration the 68 dams in the state of Pará, 32% of them present high Associated Potential Damage – DPA, 62% present medium DPA and only 6% present low DPA. Considering the Risk Category – CR, 99% of them present low CR. Taking into account the 6 dams in the state of Amapá included in the PNSB, 50% of them present high DPA, 33% present medium DPA and 17% low. As far as CR is concerned, 99% is low and 1% is high. Thus, this research contributes to turning the access and comprehension of the information on the tailings dams in the states of Pará and Amapá more clear, more concise and more direct. Consequently, the overall community will be more effective in the Risk Management process involved in these ventures.

Keywords: Mineral Reject Dams. National Policy for Dam Safety. Geographic Information System. Pará (PA). Amapá (AP).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Evolução no cadastramento de barragens no Brasil.....	11
Figura 2-	Metodologia da Pesquisa.....	15
Figura 3-	Série de eventos que motivaram a construção da PNSB.....	22
Figura 4-	Arranjo esquemático da Política Nacional de Segurança de Barragens.....	23
Figura 5-	Características da barragem que a insere na PNSB.....	26
Figura 6-	Classificação por Risco e Dano Potencial Associado.....	28
Figura 7-	Mapa com a distribuição da indústria mineral no Pará.....	36
Figura 8-	Áreas de potencial mineral no Estado do Amapá.....	37
Figura 9-	Mapa das Barragens de Rejeito Mineral dos Estados do Pará e Amapá (Apêndice 1)..	39
Figura 10-	Barragens de rejeito mineral em operação e desativadas dos Estados do Pará e Amapá.....	45
Figura 11-	Distribuição das barragens de rejeito mineral no estado do Pará.....	45
Figura 12-	Distribuição das barragens de rejeito mineral no estado do Amapá.....	45
Figura 13-	Dano potencial associado das barragens de rejeito mineral dos Estados do Pará e Amapá.....	46
Figura 14-	Categoria de risco das barragens de rejeito mineral dos Estados do Pará e Amapá.....	47
Figura 15-	Classificação quanto ao item existência de População a Jusante para as barragens de rejeito mineral dos Estados do Pará e Amapá.....	47
Figura 16-	Classificação das barragens de rejeito mineral dos estados do Pará e Amapá quanto ao item Dano Ambiental.....	48
Figura 17-	Classificação das barragens de rejeito mineral dos estados do Pará e Amapá quanto ao item Plano de Ação Emergencial.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Rupturas de Barragens de Rejeito ocorridas no Brasil.....	18
Tabela 2-	Acidentes com Barragens relacionados a eventos naturais intensos.....	20
Tabela 3-	Características da barragem para enquadramento na Lei 12.334/2010.....	25
Tabela 4-	Classificação de categoria de risco X dano potencial associado.....	29
Tabela 5-	Conteúdo do Plano de Segurança de Barragens.....	32
Tabela 6-	“Ranking” dos estados de acordo com valor da produção mineral comercializada – principais substâncias metálicas – 2016.....	35
Tabela 7-	Indústria extrativa mineral no Estado do Amapá.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMB	Anuário Mineral Brasileiro
ANA	Agência Nacional das Águas
ANM	Agência Nacional de Mineração
ASTM	<i>American Standard Testing Materials</i>
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CRI	Categoria de Risco
CT	Características Técnicas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DPA	Dano Potencial Associado
EC	Estado de Conservação
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente - MG
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
ID	Índice de Densidade
PAE	Plano de Ações Emergenciais
PAEBM	Plano de Ações Emergenciais de Barragens de Mineração
PMB	Produção Mineral Brasileira
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
PSB	Plano de Segurança de Barragens

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	NATUREZA DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
3	MATERIAIS E METODOLOGIA.....	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
4.1	BARRAGENS E RISCOS ASSOCIADOS.....	17
4.2	GESTÃO DOS RISCOS DE BARRAGENS DE REJEITO NO BRASIL – A POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS.....	21
4.2.1	Classificação das barragens no brasil.....	26
4.4	A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NOS ESTADOS DO PARÁ E AMAPÁ.....	35
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
6	CONCLUSÃO.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50
	APÊNDICE.....	55
	ANEXO.....	57

1 INTRODUÇÃO

No dia 5 de novembro de 2015 no município de Mariana/MG, a barragem de Fundão, administrada pela empresa Samarco em consórcio com Vale e BHP Billiton, rompeu-se, liberando 34 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minérios de ferro, água e outros materiais, causando a morte de dezenove pessoas e graves impactos socioambientais (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2016). Em decorrência do colapso da Barragem de Fundão o governo brasileiro vem adotando uma série de medidas políticas e estruturais, para garantir um padrão de segurança nas barragens brasileiras, e assim reduzir a possibilidade de desastres tecnológicos e suas consequências. No entanto, governo, empreendedores, sociedade, associações de classes profissionais, grupos peritos e comunidade científica enxergam a gestão da segurança de barragens de forma diferenciada e, neste sentido, vêm discutindo formas de melhorar a gestão do risco associado a estes empreendimentos.

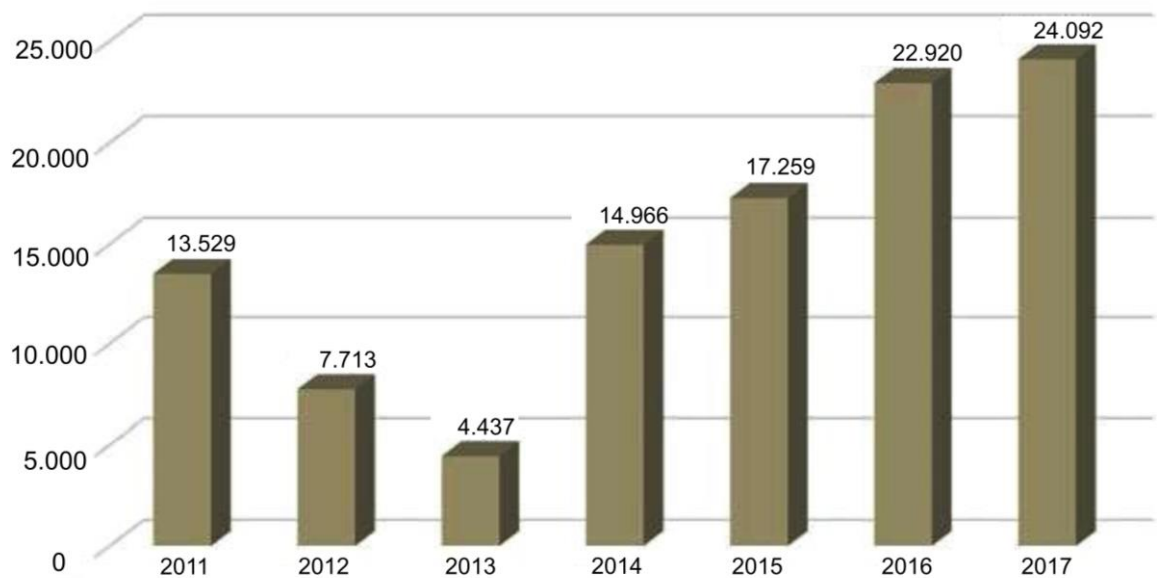
Apesar dos esforços, novos acidentes foram registrados no Brasil. O mais recente ocorreu em fevereiro de 2017 no Estado do Pará, onde a empresa norueguesa Norsk Hydro Alunorte foi acusada pelo Ministério Público Estadual e Ministério Público Federal do Pará de despejar nos rios do Município de Barcarena, resíduos e efluentes do processo de beneficiamento da bauxita, contaminado assim, o solo e a rede de drenagem da região (INSTITUTO EVANDRO CHAGAS, 2018).

Atualmente a Amazônia é considerada uma das regiões do país, com maior potencial de jazidas minerais do mundo e, nos próximos anos, deverá se tornar uma das suas principais fronteiras da indústria de mineração (MACIEL, 2017). As projeções apontam que o Estado do Pará assumirá a liderança que sempre foi do Estado de Minas Gerais e, em dois anos será o maior produtor de minério no Brasil. Maciel (2017), também reconhece que explorar essas riquezas de forma sustentável, ampliando a competitividade no mercado internacional e preservando o equilíbrio ambiental, é o grande desafio das empresas e mineradoras que conduzem pesquisas geológicas.

De acordo com a Agência Nacional das Águas (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2018), órgão governamental responsável pela Política Nacional de Segurança de Barragens, após o acidente de Fundão, houve um aumento geral do cadastro de barragens em quase todos os órgãos e entidades fiscalizadoras. Apesar do acréscimo expressivo no número de barragens cadastradas (2.293) (Figura 1), ainda existem no Brasil 18.446 barramentos que não possuem informação de altura, 9.584 não possuem informação de capacidade e conseqüentemente 18.663

barragens ainda não foram classificadas quanto ao Dano Potencial Associado - DPA. O Relatório de Segurança de Barragens de 2016 (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2017), apontou um cenário bem preocupante, das 22.920 barragens em cadastramento, 19.229 ainda não haviam sido avaliadas quanto à Categoria de Risco - CR. Além disso, apenas 12.590 (ou 55%) possuem algum tipo de ato de autorização (outorga, concessão, autorização, licença, entre outros), estando, portanto, regularizadas.

Figura 1- Evolução no cadastramento de barragens no Brasil.



Fonte: Agência Nacional das Águas (2018).

No Brasil, a legislação que trata especificamente sobre as barragens é a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB (BRASIL, 2012). Essa Lei esclareceu e reforçou a responsabilidade legal do empreendedor em manter as condições de segurança de sua barragem, bem como definiu o respectivo órgão fiscalizador, em função do uso que é dado ao barramento.

Para barragens de geração de energia elétrica, essa obrigação compete à Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL; quando o uso for acumulação de rejeitos de mineração, ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM; para barragens de resíduos industriais, ao órgão ambiental que as licenciou (federal, estadual ou mesmo municipal); e, para os demais usos, ao órgão que outorgou a construção do barramento, no caso a Agência Nacional das Águas

para obras em rios de domínio da União, e os órgãos estaduais de recursos hídricos para barragens em rios de domínio dos Estados.

Nestes 9 anos de vigência da PNSB houveram avanços, principalmente na identificação e cadastramento das barragens, entretanto o objetivo principal ainda está longe de ser alcançado, a prevenção de incidentes e acidentes com barragens ou minimização de suas consequências, ainda é um grande desafio para os atores dessa política. As pesquisas iniciais demonstraram, que as informações a respeito das barragens de mineração no Brasil, encontram-se muito dispersas nos órgãos gerenciadores, prejudicando assim a gestão do risco destes empreendimentos.

Assim, essa pesquisa objetiva mostrar o panorama atual das barragens de rejeito dos Estados do Pará e Amapá, quanto a sua classificação dentro da Política Nacional de Segurança de Barragens, que seja uma fonte de informação sobre as principais características das barragens, para que deste modo, órgãos fiscalizadores, defesa civil, gestores públicos e a sociedade possam priorizar as ações que garantam a sua integridade e segurança.

As informações constantes nesta pesquisa refletem as condições declaradas pelos empreendedores no Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração-SIGBM da Agência Nacional de Mineração - ANM, para o período compreendido entre 16 de junho de 2017 e 31 de agosto de 2018.

1.1 NATUREZA DO PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

No dia 4 de novembro de 2016, a Agência Nacional de Mineração-ANM e o Serviço Geológico do Brasil – CPRM firmaram um acordo de cooperação técnica (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, 2016). A ANM e a CPRM são órgãos governamentais pertencentes ao Ministério de Minas e Energia; à ANM cabe assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional e de acordo com a Política Nacional de Segurança de Barragens - Lei nº 12.334/2010, é o órgão responsável pela fiscalização das barragens de rejeito mineral no Brasil; a CPRM tem por objeto orientar, incentivar e cooperar com entidades públicas ou privadas na realização de pesquisas e estudos destinados ao aproveitamento dos recursos minerais e hídricos do País. Após a assinatura deste acordo de cooperação entre as duas instituições, várias ações estão sendo conduzidas, no sentido de fortalecer a PNSB, aumentando a gestão de risco com

relação às barragens de mineração no país e esta dissertação vem em consonância com as metas a serem atingidas.

Os primeiros levantamentos dos dados sobre as barragens de rejeito mineral mostraram uma preocupante ausência de informações organizadas e sistematizadas, a respeito das barragens de mineração no Brasil, em especial nos Estados do Pará e Amapá. A diferença de informações providas dos órgãos federais e estaduais, e o acesso da sociedade a um documento único que reunisse esses dados, foram os grandes motivadores desta pesquisa. Também Estados como Pará e Amapá carecem de um cadastro das barragens com informações mínimas que possibilitem aos órgãos de defesa civil terem uma visão mais especializada desses empreendimentos e agir adequadamente na ocorrência de eventuais acidentes.

2 OBJETIVOS

Principal

Elaborar um Sistema de Informações Geográficas das barragens de rejeito mineral dos Estados do Pará e Amapá.

Secundários

1- Mostrar através de análise gráfica o panorama atual das barragens nos Estados do Pará e Amapá, quanto aos critérios de classificação de risco e dano estabelecidos na Política Nacional de Segurança de Barragens;

2- Tornar o acesso e a leitura das informações sobre as barragens de rejeitos nos Estados do Pará e Amapá mais claros, concisos e diretos;

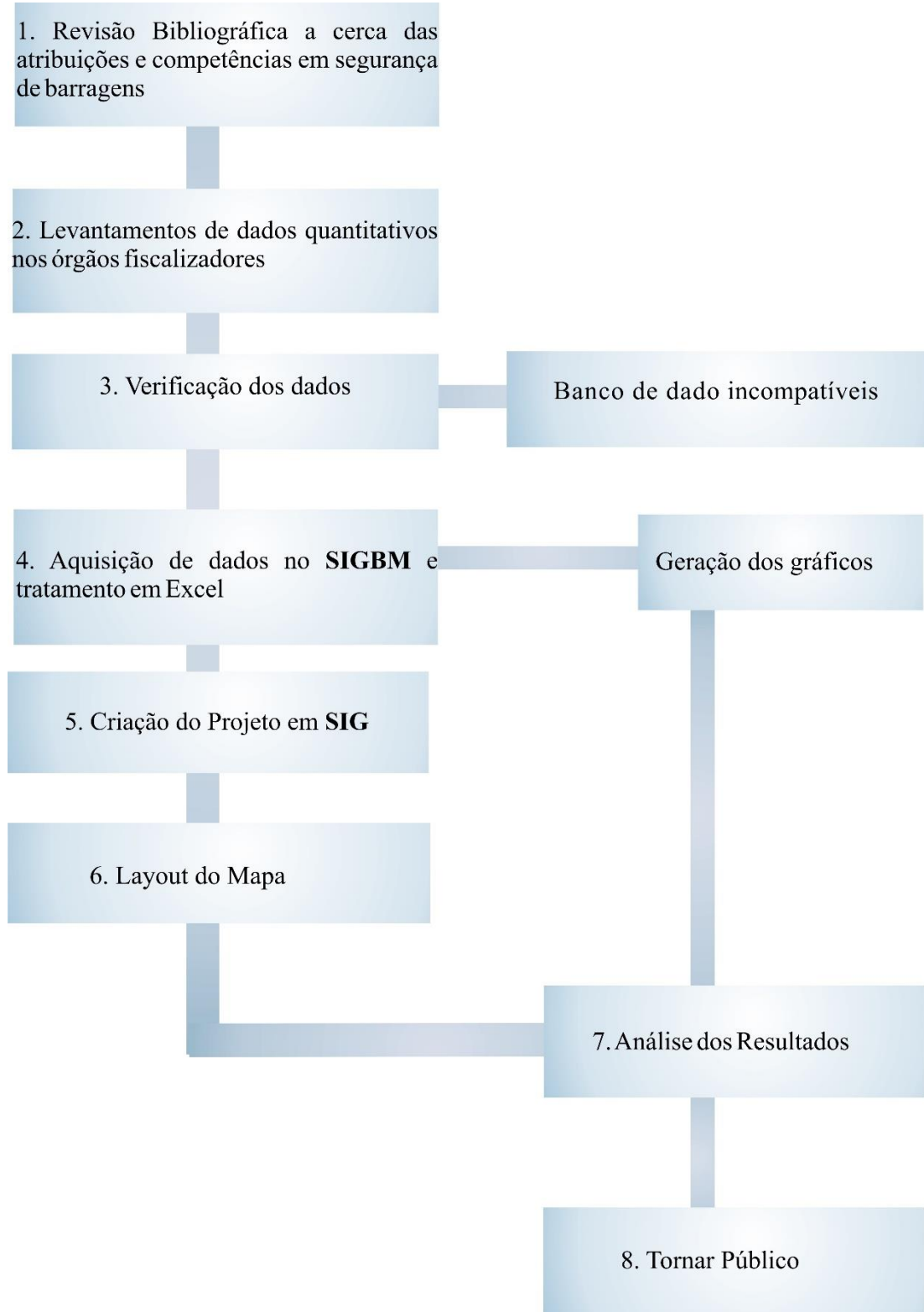
3- Diminuir o conflito de informações atualmente disponíveis no banco de dados dos órgãos fiscalizadores;

4- Gerar subsídios para uma maior efetividade no processo de gestão do risco destes empreendimentos.

3 MATERIAIS E METODOLOGIA

Para atingir os objetivos descritos acima, diversas etapas foram seguidas como exemplificado no fluxograma abaixo (Figura 2).

Figura 2- Metodologia da Pesquisa



- 1- Revisão Bibliográfica – Foi realizada uma revisão na legislação brasileira, acerca das responsabilidades, competências fiscalizatórias e atribuições de cada órgão, no que cerne a temática da segurança de barragens.
- 2- Levantamento no banco de dados dos órgãos responsáveis pela Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB (Agência Nacional das Águas-ANA, Agência Nacional de Mineração-ANM, Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS estadual e municipal e Defesas Civas estaduais e municipais) para a obtenção das coordenadas geográficas de referência desses barramentos, assim como dados quantitativos que servem de parâmetros para a classificação das barragens quanto aos riscos e danos.
- 3- Verificação e seleção dos dados e informações coletadas, utilizando os softwares Excel, Arcgis 10.6 e Google Earth Pro.
- 4- Com a criação do Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração-SIGBM (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2017a), optou-se por utilizar este sistema como a fonte de dados para a criação do SIG. As informações coletadas no SIGBM foram inseridas em planilhas Excel onde foram gerados os gráficos.
- 5- Os dados da planilha foram posteriormente convertidos em arquivos shapefile para utilização no programa Argis 10.6, neste foram introduzidos dados vetoriais sobre populações, áreas restritivas como unidades de conservação e terras indígenas, limites administrativos e bacias hidrográficas. Também foram utilizadas imagens disponibilizadas pelo software gratuito Google Earth Pro, onde foram gerados arquivos *.kml (Keyhole Markup Language) posteriormente exportados para tipo *.shp (shapefile). O SIG foi construído no programa Argis 10.6, devido este representar melhor os elementos gráficos, em forma de pontos, linhas e polígonos, possuir referências espaciais e por ter um alto poder de armazenamento de atributos em tabelas.
- 6- Layout do Mapa.
- 7- Análise dos Resultados.
- 8- Divulgação dos dados e acesso público ao SIG e banco de dados.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 BARRAGENS E RISCOS ASSOCIADOS

Barragens são obras de engenharia criadas para impedir ou restringir o fluxo de água, rejeitos e detritos e são aproveitadas em todo mundo como solução para diversos problemas (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2017). Por outro lado, são estruturas que podem expor a sociedade a riscos sociais e ambientais, considerando que esses empreendimentos estão sujeitos a erros de projeto, de manutenção e de operação, assim como a efeitos adversos da natureza, como sismos e enchentes deca milenares (Comissão Temporária da Política Nacional de Segurança de Barragens, 2016). Mesmo com a prática adequada da legislação, regulamentação, normas técnicas e adoção dos instrumentos de segurança de barragens os riscos relacionados a fenômenos naturais intensos sempre existirão.

O rompimento de barragens é um tipo de desastre recorrente no Brasil e no mundo, desde 1915 até 2016, no mundo aproximadamente 2.254 pessoas foram mortas devido acidentes causados por rompimentos de barragens (CENTER FOR SCIENCE IN PUBLIC PARTICIPATION, 2016). No Brasil segundo dados de International Commission on Large Dams (2014), 31 pessoas foram mortas devido a acidentes com barragens de rejeito (Tabela 1).

Segundo Kreuzer (2005 *apud* MENESCAL, 2009), entre as estruturas civis altamente perigosas, as barragens figuram entre aquelas cujo desempenho é predito com um dos níveis mais altos de incerteza. A probabilidade de rupturas gera riscos as populações e ao meio ambiente, os quais muitas vezes desconhecem as ameaças às quais estão expostos. Para Cerri (2006), o termo risco significa a probabilidade de ocorrência de algum dano a uma população (pessoas ou bens materiais), sendo uma condição potencial de ocorrência de um acidente.

$$R = P(fA) * C(fV) * g^{-1}$$

Onde um determinado nível de risco R representa a probabilidade P de ocorrer um fenômeno físico (ou perigo) A, em local e intervalo de tempo específicos e com características determinadas (localização, dimensões, processos e materiais envolvidos, velocidade e trajetória); causando consequências C (às pessoas, bens e/ou ao ambiente), em função da vulnerabilidade V dos elementos expostos; podendo ser modificado pelo grau de gerenciamento g. (NOGUEIRA, 2006)

Tabela 1- Rupturas de Barragens de Rejeito ocorridas no Brasil.

Mina/Projeto-Localização	Tipo de Minério	Ano do Acidente	Mortes	Descrição
VALE, Barragens do Feijão-Ferro, Brumadinho-MG	Fe	25/01/2019	207	A barragem da Mina Córrego do Feijão rompeu, matando centenas de pessoas e contaminando o Rio Paraopeba.
Samarco (VALE e BHP) - Fundão/Minas Gerais	Fe	5/11/2015	19	A barragem de Fundão rompeu e liberou aproximadamente 56 milhões de m ³ de rejeito.
Mineração Herculano - Ferro, Itabirito/Minas Gerais.	Fe	10/9/2014	3	Um grande volume de rejeito foi despejado sobre veículos e trabalhadores.
Mineração Rio Pomba Cataguases, Mirai/Minas Gerais (Indústrias Químicas Cataguases).	Al	10/1/2007	0	A lama chegou a 4.000 residências na Zona da Mata e o abastecimento de água foi comprometido nas cidades de Minas Gerais e Rio de Janeiro.
Mineração Rio Pomba Cataguases, Mirai/Minas Gerais (Indústrias Químicas Cataguases).	Al	03/2006	0	O rompimento liberou 400.000,00 m ³ de litros de lama em direção ao município do Rio de Janeiro.
Mineração Rio Pomba Cataguases, Mirai/Minas Gerais (Indústrias Químicas Cataguases).	Al	2003	0	1.002,00 m ³ de resíduos tóxicos foram despejados no Rio Pomba e Rio
Sebastião das Águas Claras, Nova Lima/Minas Gerais.	Fe	22/06/2001	2	2 mortes, 3 desaparecidos e 8km de rejeitos descendo pelo Córrego Taquara afetando uma área de 40 hectares.
Mineração Serra Grande - Crixas/Goiás.	Au	01/02/1994	0	
Pico de São Luís, Minas Gerais.	Fe	02/10/1986	0	
Itabirito, Minas Gerais.	Fe	01/5/1986	7	
TOTAL= 10 Acidentes			238 mortes	

Fonte: Adaptado de ICOLD (2016).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2009) em NBR ISO 31000:2009 considera risco como o efeito da incerteza nos objetivos e acrescenta:

“O risco é expresso em termos de uma soma de consequências de um evento (incluindo mudanças nas circunstâncias) e a probabilidade de ocorrência associada. A incerteza é o estado, mesmo que parcial, da deficiência das informações relacionadas a um evento, sua compreensão, conhecimento, sua consequência ou probabilidade”. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT, 2009).

A Codificação Brasileira de Desastres classifica os desastres causados por rompimento de barragens como tecnológico e relacionados a obras civis (CENTRO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DE RISCOS E DESASTRES-CENAD, 2012), porém muitos acidentes com barragens no mundo, tiveram como causa o advento de um fenômeno natural intenso, responsável por abalar a estrutura da barragem, como grandes tempestades e terremotos (Tabela 2).

Segundo Davies e Martin (2009), os desastres no mundo causados por rejeitos de mineração estão intimamente relacionados ao aumento da demanda por minerais pelos mercados globais, após um período de 24 a 36 meses, quando ocorre um aumento dos preços globais dos minérios, tem-se uma alta na taxa de desastres relacionados a grandes barragens de rejeito. Bowker e Chambers (2015) destacaram o recente aumento da taxa de desastres graves e muito graves, causados por falhas de barragens de rejeitos e argumentam que essa tendência é consequência de tecnologias modernas, que permitem a exploração de reservas com concentrações de minério ainda menores, porém gerando um volume muito maior de rejeitos. Os mesmos autores relatam em suas pesquisas, os custos de bilhões de dólares da sociedade relacionados a desastres causados por barragens de rejeitos e destacam a necessidade urgente de mudanças nos sistemas de regulamentação, para atender a essa tendência global.

Tabela 2 - Acidentes com Barragens relacionados a eventos naturais intensos.

Local	Data	Nome	Tipo	Danos	Causa
Riviera Francesa (França)	2/12/1959	Malpasset	Barragem de água para abastecimento.	Mais de 420 óbitos	Pressão excepcional de água proveniente de chuvas torrenciais, composição da rocha da margem esquerda e falha geológica a uma curta distância do rio abaixo. (falhas tecnológicas somadas a eventos naturais extremos).
Henan (China)	8/8/1975	Banqiao	Barragem de água para controlar enchentes e gerar eletricidade.	25 mil óbitos pela enchente e 135 por consequências posteriores.	O tufão Nina gerou uma tempestade de período de retorno de 2 mil anos e foi responsável pelo colapso da barragem de Banqiao Shimantan e um complexo de 62 barragens menores. (causas naturais e tecnológicas).
Quebec (Canadá)	19/7/1996	Há!Há	Barragem de água.	Entre 7 e 10 óbitos. 16 mil pessoas foram evacuadas, 488 casas destruídas.	Chuvas torrenciais entre 18 e 21 de julho elevaram o nível das águas do lago “Há!Há!”. Mesmo com a liberação do excedente de água o dique leste do lago rompeu e os escombros foram arrastados atingido uma vila inteira. (causas naturais e estruturais)
New Orleans (EUA)	23/8/2005 a 30/8/2005	Sistema federal de diques	Barragem de água	1836 óbitos e 705 desaparecidos em decorrência do furacão Katrina. Especificamente em função do rompimento dos diques não há informações.	A passagem do furacão Katrina, o sexto mais forte já registrado, causou o rompimento do sistema federal de diques em New Orleans, o que resultou na inundação de 80% da cidade. Alertas precoces sobre o furacão resultaram na evacuação de milhares de pessoas, porém muitos vieram a óbito (causas naturais e estruturais)
Virgínia (EUA)	26/2/1972	Barragem 3 da Companhia Pittson Coal	Barragem de resíduos líquidos	125 mortos, 1.121 feridos, aproximadamente 4.000 desabrigados	Em 22 de fevereiro a barragem 3 havia sido inspecionada e considerada “satisfatória”, no entanto, 4 dias depois, com o advento de fortes chuvas a barragem se rompeu, lançando 500.000.000,00 m³ de resíduos

Fonte: (BROWN et al., 2012).

4.2 GESTÃO DOS RISCOS DE BARRAGENS DE REJEITO NO BRASIL – A POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

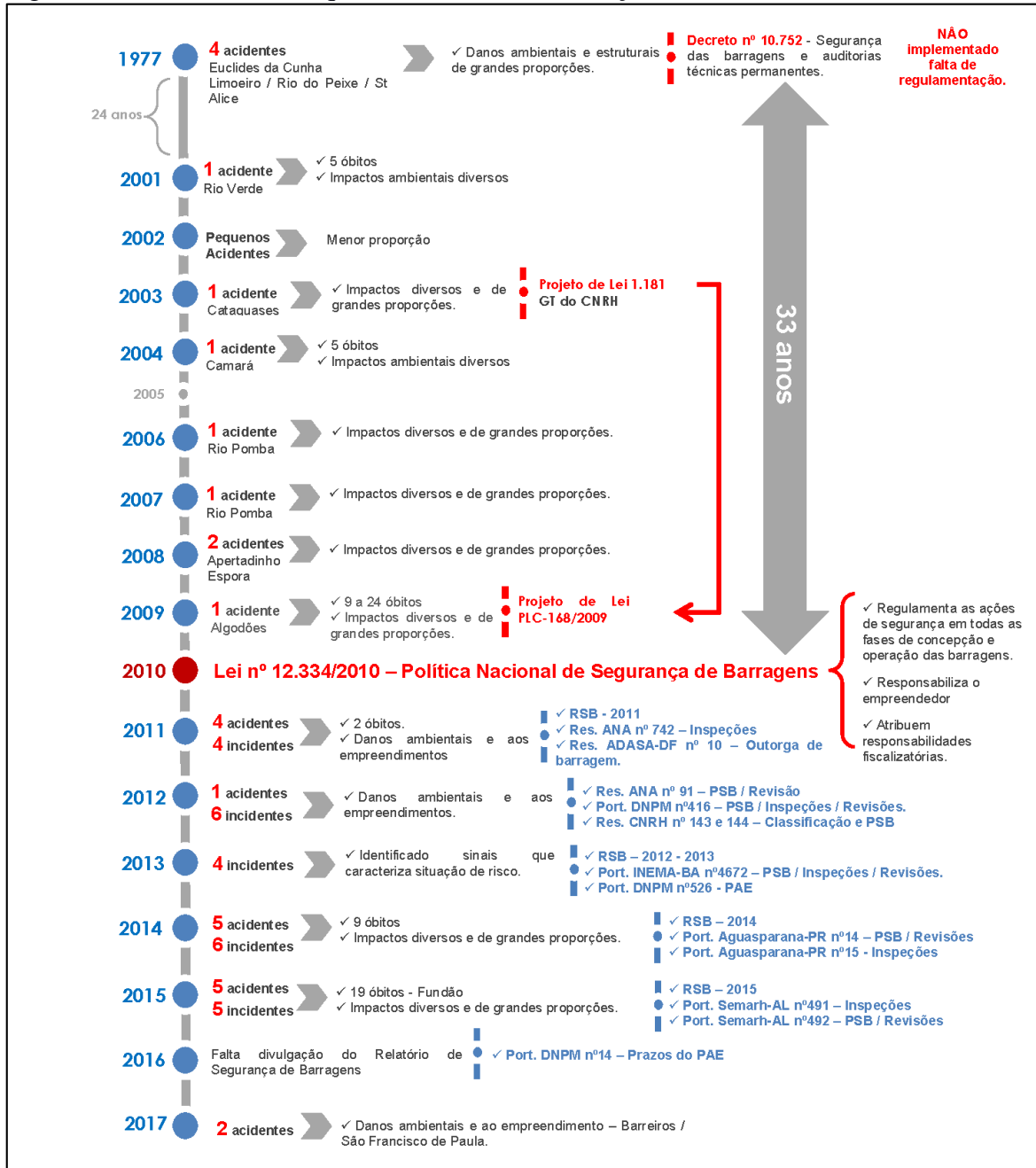
A Lei Nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), que estabelece a regulamentação da segurança de barragens no Brasil (BRASIL, 2012). Esta Lei surgiu após o histórico de acidentes ocorridos e o clamor de diversos segmentos da sociedade ligados às atividades de barragens (MEDEIROS, 2010).

Antes desta, outras leis, portarias e decretos estabeleceram competências quanto à segurança de barragens. São exemplos, a Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) e a lei Nº 9.984 de 17 de julho de 2000 (BRASIL, 2000), que criou a Agência Nacional das Águas.

A Lei Nº 12.334 é considerada como um marco na prevenção de incidentes e acidentes com barragens ou minimização de suas consequências (ARAÚJO, 2013). O principal diferencial desta Lei é que ela esclarece a reponsabilidade do empreendedor em manter as condições de segurança da barragem, bem como define o órgão fiscalizador em função do uso que é dado ao barramento, atribuindo a este a competência e responsabilidade de elaborar regulamentações complementares, caso necessário. Tem como principal objetivo garantir padrões de segurança, reduzir a possibilidade de acidentes, regulamentar ações e centralizar as informações sobre segurança de barragens.

Nava (2018) resume o penoso e longo caminho até a consolidação de um arcabouço legal para a gestão da segurança de barragens no Brasil elencando que foram necessários 33 anos para a consolidação de ações e tratativas, que objetivassem o controle e segurança das barragens no Brasil (Figura 3).

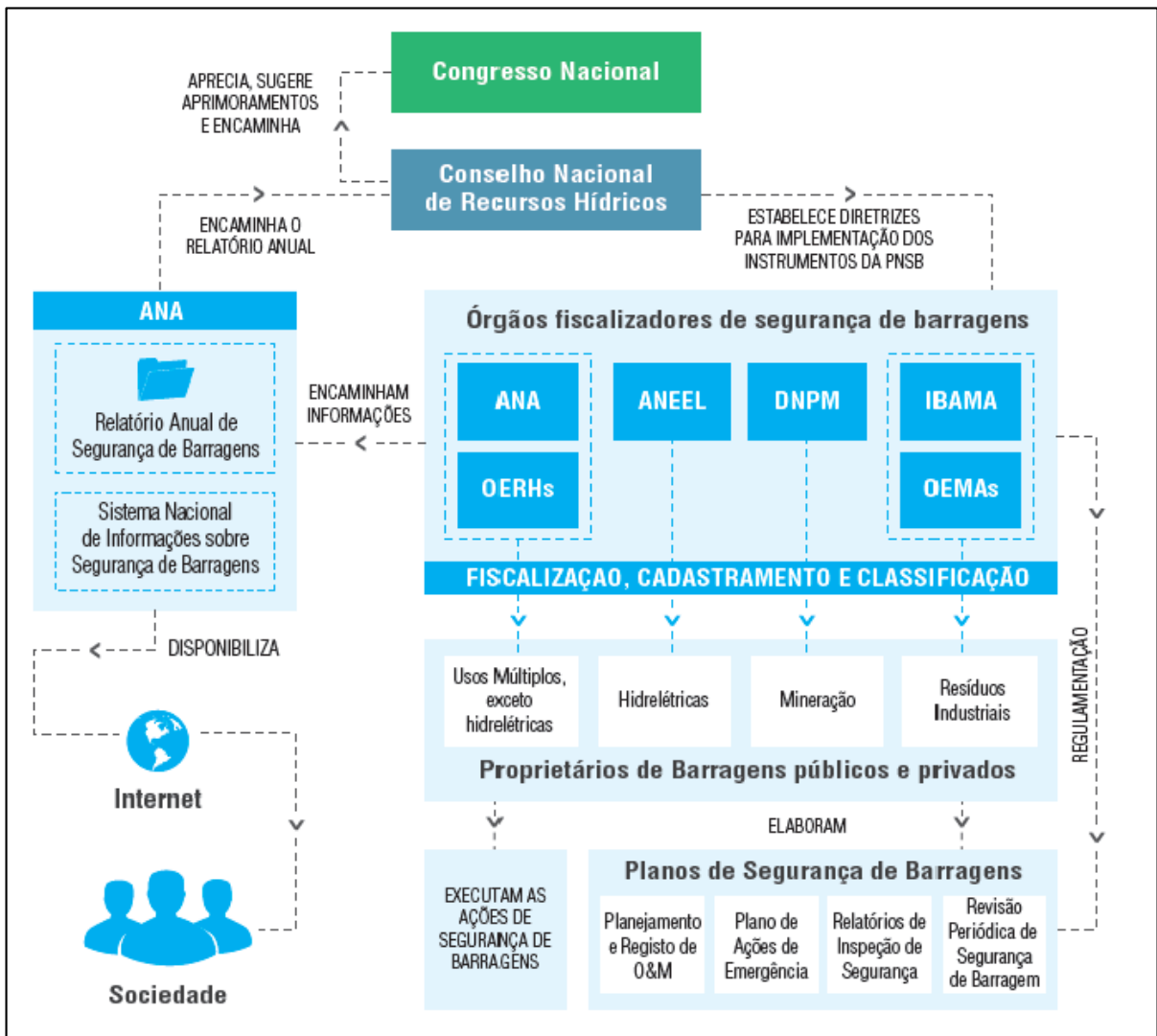
Figura 3. Série de eventos que motivaram a construção da PNSB.



Fonte: Nava (2018).

O amplo debate entre as diversas organizações governamentais dos setores de recursos hídricos e irrigação, geração de energia e de mineração, representantes da sociedade civil, associações técnicas, órgãos de classe e comitês de bacias hidrográficas, resultou numa lei única que atende a diversidade de usos do empreendimento de barragem (Figura 4).

Figura 4. Arranjo esquemático da Política Nacional de Segurança de Barragens.



Fonte. Agência Nacional das Águas (2013).

Importa destacar que a Lei pretende acompanhar todas as fases de uma barragem, através da regulamentação das ações de segurança nas etapas de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação e de usos futuros. A Lei explicita que a responsabilidade primária pela segurança da barragem é do empreendedor – agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório, ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade –, que tem o dever de manter a barragem em condições adequadas, bem como cumprir as normas e regulamentos impostos pelo órgão fiscalizador (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2013).

Art.4º. São fundamentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):

I- A segurança de uma barragem deve ser considerada nas suas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação e de usos futuros;

III - o empreendedor é o responsável legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la;

Art. 17. O empreendedor da barragem obriga-se a:

I - Prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem;

II - Providenciar, para novos empreendimentos, a elaboração do projeto final como construído;

III - organizar e manter em bom estado de conservação as informações e a documentação referentes ao projeto, à construção, à operação, à manutenção, à segurança e, quando couber, à desativação da barragem;

IV - Informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança;

V - Manter serviço especializado em segurança de barragem, conforme estabelecido no Plano de Segurança da Barragem;

VI - permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC) ao local da barragem e à sua documentação de segurança;

VII - providenciar a elaboração e a atualização do Plano de Segurança da Barragem, observadas as recomendações das inspeções e as revisões periódicas de segurança;

VIII - realizar as inspeções de segurança previstas no art. 9º desta Lei;

IX - Elaborar as revisões periódicas de segurança.

Para entendimento dos critérios utilizados na classificação das barragens são necessárias algumas definições adotadas na Lei N°12.334/2010.

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, são estabelecidas as seguintes definições:

I - barragem: qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas;

II - Reservatório: acumulação não natural de água, de substâncias líquidas ou de mistura de líquidos e sólidos;

III - segurança de barragem: condição que vise a manter a sua integridade estrutural e operacional e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente;

IV - empreendedor: agente privado ou governamental com direito real sobre as terras onde se localizam a barragem e o reservatório ou que explore a barragem para benefício próprio ou da coletividade;

V - órgão fiscalizador: autoridade do poder público responsável pelas ações de fiscalização da segurança da barragem de sua competência;

VI - gestão de risco: ações de caráter normativo, bem como aplicação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos;

VII - dano potencial associado à barragem: dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem.

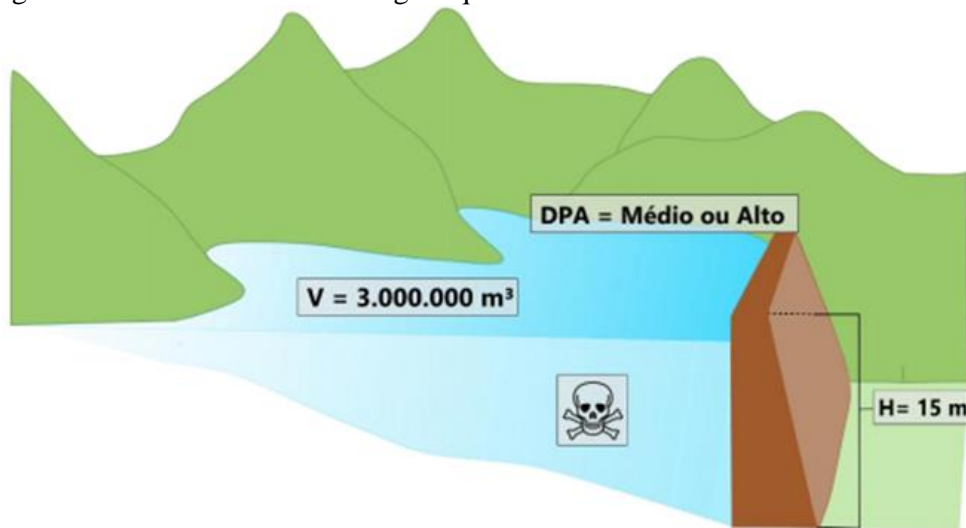
Segundo dados da Agência Nacional das Águas (Agência Nacional das Águas, 2016), órgão governamental responsável pela Política Nacional de Segurança de Barragens, o Brasil possui 17.259 barragens classificadas da seguinte forma: 91% são de usos múltiplos, seguidas das barragens de contenção de rejeito (4%) e de geração de energia elétrica (4%). Uma barragem para ser enquadrada na PNSB necessita que apresente algumas das seguintes características (Tabela 3) (Figura 5).

Tabela 3: Características da barragem para enquadramento na Lei N° 12.334/2010.

Altura	Volume	Tipo de Rejeito	Dano Potencial
Altura do maciço, desde o ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15 m.	Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m ³ .	Reservatório que contenha resíduos perigosos	Dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas.

Fonte: Agência Nacional das Águas (2010).

Figura 5. Características da barragem que a insere na PNSB.



Fonte: Paniago (2018).

Embora a ANA tenha o papel de articulação e consolidação das informações sobre as barragens em âmbito nacional, não existe hierarquia entre os órgãos fiscalizadores, cabendo a estes fornecer sistematicamente as informações a ANA para que esta possa implantar e gerir o Sistema o Sistema Nacional de Segurança de Barragens (SNISB) e o Relatório de Segurança de Barragens (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2013).

4.2.1 Classificação das barragens no Brasil

A Lei N° 12.334/2010 estabelece em seu artigo 7º, que as barragens devem ser classificadas segundo Categoria de Risco (CR), Dano Potencial Associado (DPA) e Volume:

Art. 7º As barragens serão classificadas pelos agentes fiscalizadores, por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume, com base em critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

§ 1º A classificação por categoria de risco em alto, médio ou baixo será feita em função das características técnicas, do estado de conservação do empreendimento e do atendimento ao Plano de Segurança da Barragem.

§ 2º A classificação por categoria de dano potencial associado à barragem em alto, médio ou baixo será feita em função do potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem.

O sistema de classificação (Figura 6) é considerado o mais importante instrumento da PNSB, já que configura a gestão do risco desses empreendimentos e a atuação fiscalizatória do Poder Público, assim como orienta as medidas e procedimentos que devem ser adotados, a periodicidade e o conteúdo mínimo das inspeções regulares e especiais, da

revisão periódica, e a obrigatoriedade ou não do plano de ação emergencial (PAE), segundo os regulamentos a serem publicados pelos agentes fiscalizadores da segurança de barragens (ANDERÁOS, 2013).

De acordo com Paniago (2018), a classificação das barragens cabe aos órgãos fiscalizadores, que podem utilizar critérios complementares, assim como utilizar as informações enviadas pelos empreendedores e coletadas *in loco*. A classificação pode ser alterada no prazo máximo de 5 anos, podendo ser atualizada a qualquer momento, em decorrência da alteração de suas características, relacionadas aos critérios de pontuação da categoria de risco e do dano potencial associado ou quando o empreendedor solicitar ao órgão responsável (Tabela 4). Informações importantes para a classificação em qualquer critério estabelecido na Resolução N° 143/2012 do CNRH, que tenham sido não declaradas ou omitidas pelo empreendedor, receberão a pontuação máxima para o referido critério.

A soma de notas atribuídas à categoria de risco, mais o somatório de notas atribuídas ao dano potencial associado, compõem a matriz de classificação de risco (Figura 6). Essa matriz é composta critérios gerais, estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos- CNRH Resolução N° 143/2012, e critérios específicos, regulamentados pelo órgão fiscalizador, que no caso das barragens de rejeito mineral é a Agência Nacional de Mineração-ANM.

Os parâmetros envolvidos na análise da categoria de risco são fundamentais para assegurar o primeiro objetivo da PNSB - garantir a observância de padrões de segurança de barragens, de maneira a reduzir a possibilidade de acidente e suas consequências.

A redução do risco é resultado das “boas práticas” na operacionalização dos rejeitos, através da observação dos aspectos operacionais e técnicos. Oliveira (2010) afirma que, as boas práticas de engenharia aplicadas à disposição dos rejeitos significam a excelência na realização dessa atividade.

Figura 6: Classificação por Risco e Dano Potencial Associado

NOME DA BARRAGEM:		
DATA DA CLASSIFICAÇÃO E ENQUADRAMENTO:		
1	CATEGORIA DE RISCO (CRI)	PONTOS
1.1	Características Técnicas (CT)	
1.2	Estado de Conservação (EC)	
1.3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		
CLASSIFICAÇÃO DE RISCO		
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	≥ 65 ou $EC^* = 10$ (*)
	MÉDIO	$37 < CRI < 65$
	BAIXO	≤ 37
(*) Pontuação (10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade providências imediatas pelo responsável da barragem.		
NOME EMPREENDEDOR:		
CLASSIFICAÇÃO PARA BARRAGENS DE MINERAÇÃO		
2	DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)	PONTOS
2.1	Volume total do reservatório	
2.2	Existência de População a Jusante	
2.3	Impacto Ambiental	
2.4	Impacto Sócio-Econômico	
PONTUAÇÃO TOTAL (DPA)		
CLASSIFICAÇÃO DE DANO		
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO	DPA
	ALTO	≥ 13
	MÉDIO	$7 < DPA < 13$
	BAIXO	≤ 7
MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO		

Fonte: Portaria Nº 70.389 DNPM, de 17 de maio de 2017.

Tabela 4: Classificação de categoria de risco X dano potencial associado.

X	Dano Potencial Associado		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	A – 5 anos	B – 5 anos	C – 7 anos
Médio	B – 5 anos	C – 7 anos	D – 10 anos
Baixo	B – 5 anos	C – 7 anos	E – 10 anos

Fonte: Portaria N° 70.389/2017 do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.

A **Categoria de Risco – CR** é classificada em alto, médio ou baixo, em função do somatório de notas atribuídas, os quais consideram: I - características técnicas da barragem (CT); II - estado de conservação do empreendimento (EC); e III - atendimento ao Plano de Segurança de Barragens (PS) (BRASIL, 2012). A CR da barragem está ligada à potencialidade de ocorrência, ou probabilidade de materialização do desastre ou dano ambiental. São considerados os aspectos da própria barragem, os quais possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente (BRASIL, 2012; FERNANDES, 2017; PANIAGO, 2018):

I - Características Técnicas (CT)

a) Altura do Barramento

- ✓ $Altura \leq 15m$ = Pontuação 0
- ✓ $15m < Altura < 30m$ = Pontuação 1
- ✓ $30m \leq Altura \leq 60m$ = Pontuação 4
- ✓ $Altura > 60m$ = Pontuação 7

b) Comprimento do coroamento da barragem

- ✓ $Comprimento \leq 50m$ = Pontuação 0
- ✓ $50m < Comprimento < 200m$ = Pontuação 1
- ✓ $200m \leq Comprimento \leq 600m$ = Pontuação 2
- ✓ $Comprimento > 600m$ = Pontuação 3

c) Vazão de Projeto

- ✓ CMP (Cheia Máxima Provável ou Decamilenar) = Pontuação 0
- ✓ Milenar = Pontuação 2
- ✓ TR (Tempo de retorno) de 500 anos = Pontuação 5
- ✓ TR inferior a 500 anos ou desconhecido = Pontuação 10

II - Estado de conservação da barragem (EC)

Confiabilidade das estruturas extravasoras

- ✓ Estruturas civis bem mantidas e em operação normal ou barragem sem necessidade de estruturas extravasoras = Pontuação 0

✓ Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação = Pontuação 3

✓ Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias = Pontuação 6

✓ Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas = Pontuação 10

a) Percolação

✓ Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem = Pontuação 0

✓ Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados = Pontuação 3

✓ Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem implantação das medidas corretivas necessárias = Pontuação 6

✓ 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 = Pontuação 10

b) Deformações e recalques

✓ Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura = Pontuação 0

✓ Existência de trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação = Pontuação 2

✓ Existência de trincas e abatimentos sem implantação das medidas corretivas necessárias = Pontuação 6

✓ Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura = Pontuação 10

c) Deterioração dos taludes/Paramentos

✓ Não existe deterioração de taludes e paramentos = Pontuação 0

✓ Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva = Pontuação 2

✓ Erosões superficiais, ferragem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas necessárias = Pontuação 6

✓ Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura = Pontuação 10

III - Plano de Segurança da Barragem (PS)

a) Documentação de projeto

✓ Projeto Executivo e “Como Construído” = Pontuação 0

✓ Projeto Executivo ou “Como Construído” = Pontuação 2

- ✓ Projeto Básico = Pontuação 5
 - ✓ Projeto Conceitual = Pontuação 8
 - ✓ Não há documentação de projeto = Pontuação 10
- b) Estrutura organizacional e qualificação dos profissionais da equipe técnica de segurança da barragem
- ✓ Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem = Pontuação 0
 - ✓ Possui profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem = Pontuação 1
 - ✓ Possui unidade administrativa sem profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem = Pontuação 3
 - ✓ Não possui unidade administrativa e responsável técnico qualificado pela segurança da barragem = Pontuação 6
- c) Procedimentos de inspeções de segurança e de monitoramento
- ✓ Possui manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e operação = Pontuação 0
 - ✓ Possui apenas manual de procedimentos de monitoramento = Pontuação 2
 - ✓ Possui apenas manual e procedimentos de inspeção = Pontuação 4
 - ✓ Não possui manuais ou procedimentos formais para monitoramento e inspeções = Pontuação 8
- d) Plano de Ação Emergencial (PAE)
- ✓ Possui PAE = Pontuação 0
 - ✓ Não possui PAE e não é exigido pelo órgão = Pontuação 2
 - ✓ PAE em elaboração = Pontuação 4
 - ✓ Não possui PAE e é exigido pelo órgão = Pontuação 8
- e) Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação
- ✓ Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação e de Análise de Segurança = Pontuação 0
 - ✓ Emite regularmente apenas relatórios de Análise de Segurança = Pontuação 2
 - ✓ Emite regularmente apenas relatórios de inspeção e de monitoramento = Pontuação 4
 - ✓ Emite regularmente apenas relatórios de inspeção visual = Pontuação 6
 - ✓ Não emite regularmente relatório de inspeção e monitoramento e de Análise de Segurança = Pontuação 8

O Plano de Segurança da Barragem (PSB) deve ser elaborado para todas as barragens que se enquadrem nas características apresentadas na Tabela 3 (BRASIL, 2010). O plano é composto por quatro volumes (Tabela 5), porém quando se tratar de barragens de Alto Dano Potencial Associado, ou quando receber pontuação 10 nos itens “existência de população a jusante” ou no item “impacto ambiental”, ou quando exigido pelo órgão fiscalizador, é necessária a inclusão do Volume V, que trata do PAE, nos termos dos arts. 8º, 11 e 12 da Lei Nº 12.334 de 2010. À medida que ocorrerem as atividades de operação, monitoramento, manutenção e inspeções, os registros devem ser inseridos no Volume III do PSB (FERNANDES, 2017). Para as barragens de rejeito mineral a obrigatoriedade é indicada na Portaria ANM Nº 70.389/2017 (PANIAGO, 2018). Cabe ao empreendedor elaborá-lo e implementá-lo até o início de operação dos barramentos.

Tabela 5: Conteúdo do Plano de Segurança de Barragens-PSB

Volumes	Conteúdo
Volume I	Informações Gerais
Volume II	Planos e Procedimentos
Volume III	Registros e Controles
Volume IV	Revisão Periódica de Segurança de Barragem Resumo Executivo
Volume V	Plano de Ação de Emergência

Fonte: DNPM (2017b).

O Plano de Ação Emergencial é o documento legal que aborda procedimentos a serem adotados pelo empreendedor da barragem, caso haja uma situação de emergência. Tem por objetivo identificar as situações de emergência que possam pôr em risco a integridade da barragem e estabelece as ações imediatas necessárias, definindo os agentes a serem notificados de tais ocorrências, com a finalidade de evitar ou minimizar danos com perdas de vidas, às propriedades e às comunidades a jusante.

A ruptura de uma barragem de contenção de rejeitos e a liberação incontrolada dos resíduos a jusante do barramento poderá ocasionar sérias consequências para a segurança da população, meio ambiente e para o proprietário ou operador. No volume V do PSB, as implicações a jusante do barramento são abordadas, incluindo a preparação de mapas de inundação, a estimativa do tempo de chegada da onda da cheia em diferentes locais, a duração da inundação, a implementação e a manutenção de procedimentos e sistemas para advertência de emergências, todos esses instrumentos têm como objetivo a redução do dano.

O **Dano Potencial Associado (DPA)** refere-se aos efeitos de ocorrência de um desastre. A Lei N° 12.334/2010 (PNSB) o define como um dano que pode ocorrer devido ao rompimento ou mal funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas, impactos sociais, econômicos e ambientais. Apesar das características técnicas, como o volume atual do barramento e a natureza do rejeito ou resíduo armazenado, o DPA é o principal fator de medição da vulnerabilidade do meio físico e socioeconômico, que se localiza a jusante da barragem.

Paniago (2018) afirma que para classificar o DPA deve-se considerar o uso e ocupação atual do solo, pois é um fator que não se tem tanta gerencia, por parte do empreendedor, quanto o risco crítico tem, já que o DPA é inerente a “o que está abaixo da barragem” já o risco crítico é “como a barragem está sendo cuidada e gerida”.

Como o DPA independe da probabilidade de ocorrência de dano socioambiental, e sim da dimensão de ocorrência deste, tem-se a possibilidade de um empreendimento ter um dano potencial associado alto e uma categoria de risco baixa. Como exemplo, a barragem da Herculano Mineração em Itabirito-MG, a qual foi classificada como barragem de risco baixo e dano potencial alto, o rompimento desta barragem em setembro de 2014, causou três vítimas fatais. A barragem de Fundão, na cidade de Mariana-MG, também apresentava categoria de risco baixa e dano potencial alto (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2015).

De acordo com o art. 5º da Resolução CNRH N° 143/2012, os critérios gerais a serem utilizados para classificação quanto ao DPA, na área afetada são:

I - Volume do reservatório

- a) Muito pequeno - reservatório com volume total inferior ou igual a 500 mil m³ = Pontuação 1
- b) Pequeno - reservatório com volume total superior a 500 mil m³ e inferior ou igual a 5 milhões de m³ = Pontuação 2
- c) Médio - reservatório com volume total superior a 5 milhões de m³ e inferior ou igual a 25 milhões de m³ = Pontuação 3
- d) Grande - reservatório com volume total superior a 25 milhões e inferior ou igual a 50 milhões de m³ = Pontuação 4 inferior ou igual a 25 milhões de m³ = Pontuação 4
- e) Muito grande - reservatório com volume total superior a 50 milhões de m³ = Pontuação 5

II - Existência de população a jusante

- a) Inexistente - não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem = Pontuação 0
- b) Pouco frequente - Não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local = Pontuação 3
- c) Frequente – Não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas = Pontuação 5
- d) Existente – pessoas ocupando a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas = Pontuação 10

III - Impacto Ambiental

- a) Insignificante – área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e estrutura armazena apenas resíduos Classe IIB – Pontuação 0
- b) Pouco significativo – área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluída APP e armazena apenas resíduos Classe IIB – Pontuação 2
- c) Significativo – área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluída APP, e armazena apenas resíduos Classe IIB – Pontuação 6
- d) Muito significativo - barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe IIA – Pontuação 8
- e) Muito Significativo Agravado – barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I = Pontuação 10

IV - Impacto socioeconômico

- a) Inexistente – não existem instalações na área afetada a jusante da barragem = Pontuação 0
- b) Baixo – pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem = Pontuação 1
- c) Médio – moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômico e cultural na área afetada a jusante da barragem = Pontuação 3
- d) Alto – alta concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância socioeconômico e cultural na área afetada a jusante da barragem = Pontuação 5

4.3 A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NOS ESTADOS DO PARÁ E AMAPÁ.

A mineração pode ser definida como o processo de extração de minerais ou compostos minerais, de valor econômico para usufruto da humanidade, sendo considerado como uma atividade fundamental para o desenvolvimento social e econômico, e na medida em que as populações se tornam mais urbanas, mais aumenta a demanda por minerais (INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO, 2018).

Devido suas características geológicas, o Brasil possui uma diversidade de minérios, cerca de 60 tipos são explorados no país, considerado o segundo maior produtor mundial, exporta atualmente para países como China, Japão, Alemanha, França e Coréia. Em 2017, as exportações de bens minerais corresponderam a 21% de todas as vendas do País no mercado externo (SINDICATO DAS INDÚSTRIAS MINERAIS DO ESTADO DO PARÁ, 2018).

A região Norte também apresenta uma grande variedade de minérios explorados, ferro, bauxita, cobre, manganês, caulim e ouro. Com novos projetos em implantação, o Estado do Pará, assinala assumir a liderança na indústria extrativa nacional (Tabela 6), com destaque para o minério de ferro (MACIEL, 2017).

Tabela 6. Ranking dos estados de acordo com valor da produção mineral comercializada – principais substâncias metálicas – 2016.

Unidade da Federação	Valor (R\$)	Participação (%) ⁽¹⁾
BRASIL	71.898.016.374	
Minas Gerais	33.659.714.059	46,81
Pará	28.829.470.884	40,10
Goiás	4.641.236.785	6,46
Mato Grosso	1.550.984.327	2,16
Bahia	980.885.162	1,36
Amapá	692.105.308	0,96
Rondônia	537.444.913	0,75
Mato Grosso do Sul	527.332.268	0,73
Amazonas	404.601.655	0,56
Paraná	43.832.125	0,06
São Paulo	13.479.877	0,02
Rio Grande do Norte	8.933.837	0,01
Ceará	4.082.066	0,006
Tocantins	3.803.108	0,005
Santa Catarina	110.000	0,0002

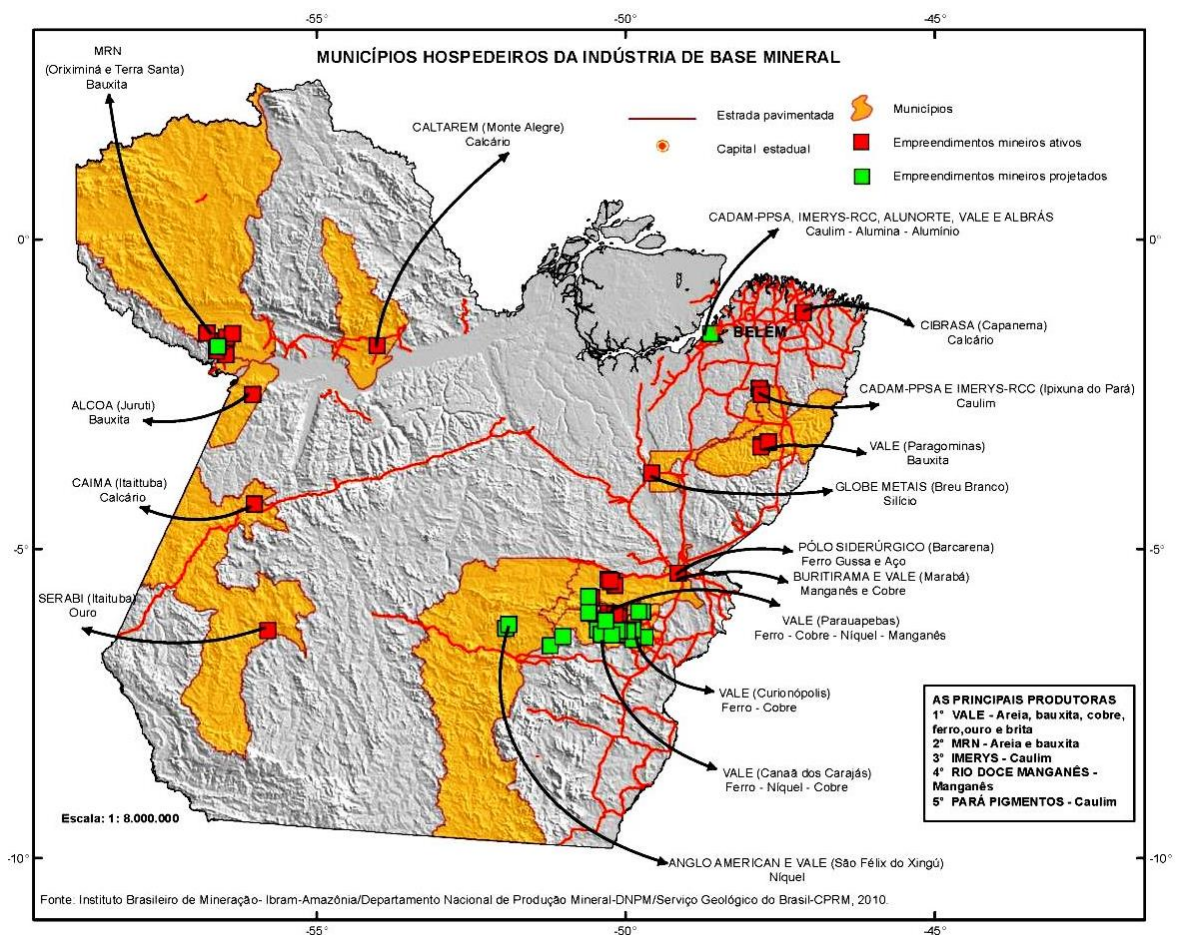
⁽¹⁾ Participação percentual da UF no valor total da comercialização da produção mineral brasileira para as principais substâncias metálicas.

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro – DNPM (2018c).

De acordo com dados SINDICATO DAS INDÚSTRIAS MINERAIS DO ESTADO DO PARÁ (SIMINERAL, 2018), no período de janeiro a junho de 2018, a indústria de mineração e de transformação mineral foram responsáveis por 87,8% das exportações paraenses, correspondendo um total de US\$ 6,251 bilhões dos US\$ 7,123 bilhões da soma de exportações. O volume de minérios produzidos, no mesmo período, atingiu as 92,5 milhões toneladas, ultrapassando o Estado de Minas Gerais. Os principais produtos exportados pela indústria de mineração do Pará foram ferro, cobre, bauxita, níquel, manganês, caulim, ouro e silício.

A distribuição geográfica das áreas de mineração no território paraense é subordinada pelas condições geológicas favoráveis à ocorrência dos recursos minerais (Figura 7), que condicionam também os principais vetores de crescimento urbano.

Figura 7: Mapa com a distribuição da indústria mineral no Pará.

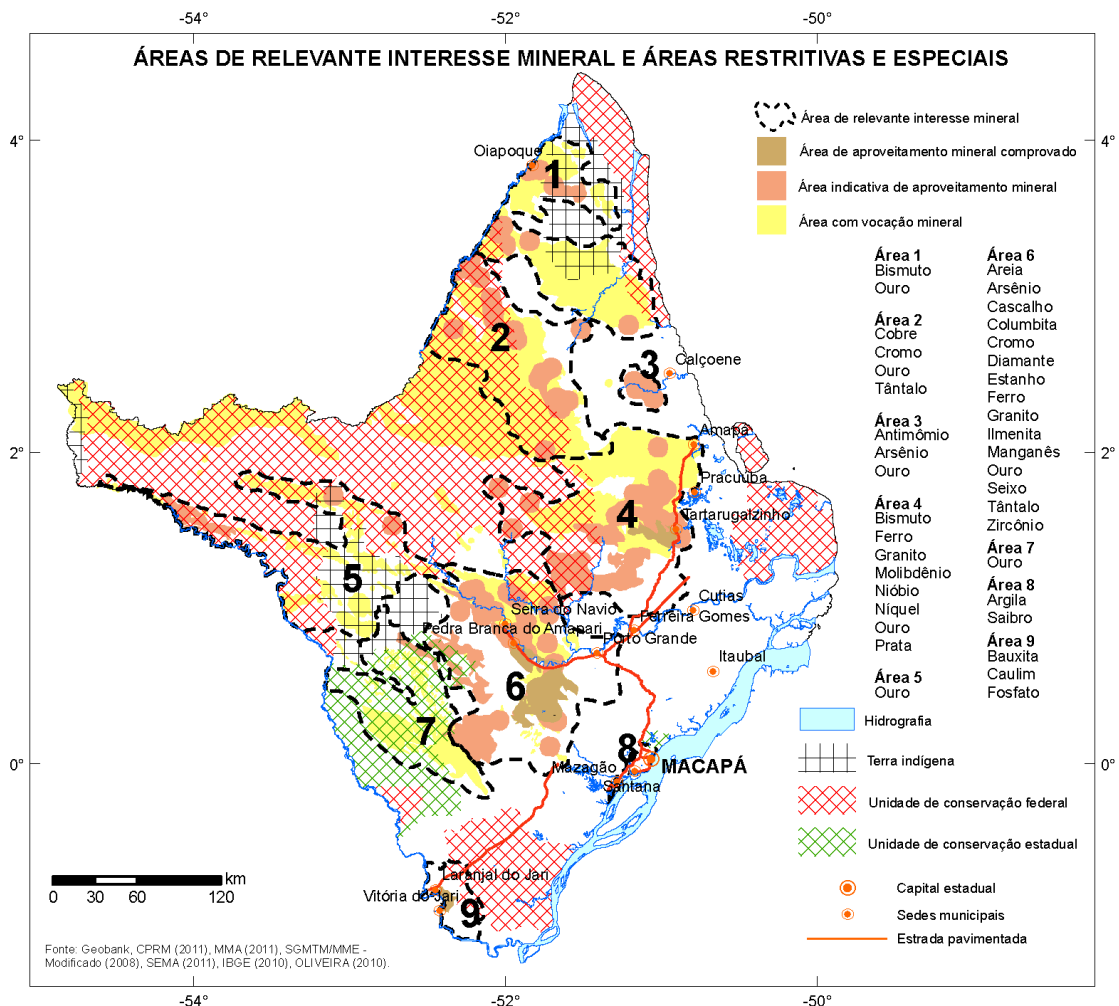


Fonte: (JOÃO, X et al., 2013).

O Estado do Amapá também teve sua ocupação vinculada à atividade mineral, em 1893, com a descoberta de ouro na região de Lourenço, que gerou um grande fluxo migratório para a região, onde hoje encontram-se os municípios de Calçoene e Porto Grande. Em 1945, com o início da exploração de manganês na Serra do Navio, pela INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MINÉRIOS SOCIEDADE ANÔNIMA (ICOMI), considerada como a primeira experiência de mineração industrial em larga escala na Amazônia e que trouxe bastante infraestrutura para o estado, esta era composta por um amplo parque industrial, duas “*company towns*” (Serra do Navio e Santana), uma estrada de ferro para escoamento da produção e uma estação portuária em Santana, onde o minério de manganês era embarcado para o exterior (OLIVEIRA, 2010b).

De acordo com João (2016), o Estado do Amapá possui áreas de relevante interesse mineral para bismuto, ouro, tântalo, caulim, nióbio, fosfato, bauxita, ferro, entre outros minerais (Figura 8 e Tabela 7).

Figura 8: Áreas de potencial mineral no Estado do Amapá.



Fonte: (JOÃO, X et al, 2016).

Tabela 7. Indústria extrativa mineral no Estado do Amapá.

Empresas	Minério	Situação
Beadell Ltda	Ouro	Ativa
Cadam S.A.	Caulim	Ativa
Unagem S.A.	Ferro	Paralisada
Zamin S.A.	Ferro	Paralisada

Compete a Agência Nacional de Mineração-ANM, antigo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, no âmbito de suas atribuições, fiscalizar a pesquisa e a lavra, para o aproveitamento mineral, bem como as estruturas decorrentes destas atividades, nos Títulos Minerários, concedidos por ela e pelo Ministério de Minas e Energia (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2018d).

Os setores minerais do Pará e do Amapá tiveram um expressivo crescimento de produção nos últimos anos, reflexo dos baixos preços das *comodities* no mercado externo, o que forçou as mineradoras a um acréscimo na produção, para compensar os custos de operação. Essa produção, também gera milhões de metros cúbicos de rejeitos, que precisam ser armazenados. Assim, os empreendedores necessitam recorrer aos métodos de alteamento, pois a produção atual não foi antecipada, quando as barragens de rejeito foram originalmente concebidas e as licenças originalmente emitidas.

5 RESULTADOS E DISCURSÕES

A pesquisa elaborada resultou na geração e disponibilização dos estudos para o público, nas seguintes formas:

- ✓ Sistema de Informações Georreferenciadas – SIG;
- ✓ Mapa Barragens de Rejeito Mineral dos Estados do Pará e Amapá;
- ✓ Gráficos.

O Mapa (Figura 9 e Apêndice 1) foi gerado a partir do SIG, do banco de dados das barragens em Excell e também por meio de informações agregadas obtidas mediante consulta bibliográfica e dados de instituições públicas e de pesquisa. No mapa é possível visualizar que as barragens de rejeito nos Estados do Pará e Amapá, se concentram em 8 áreas (cartogramas).

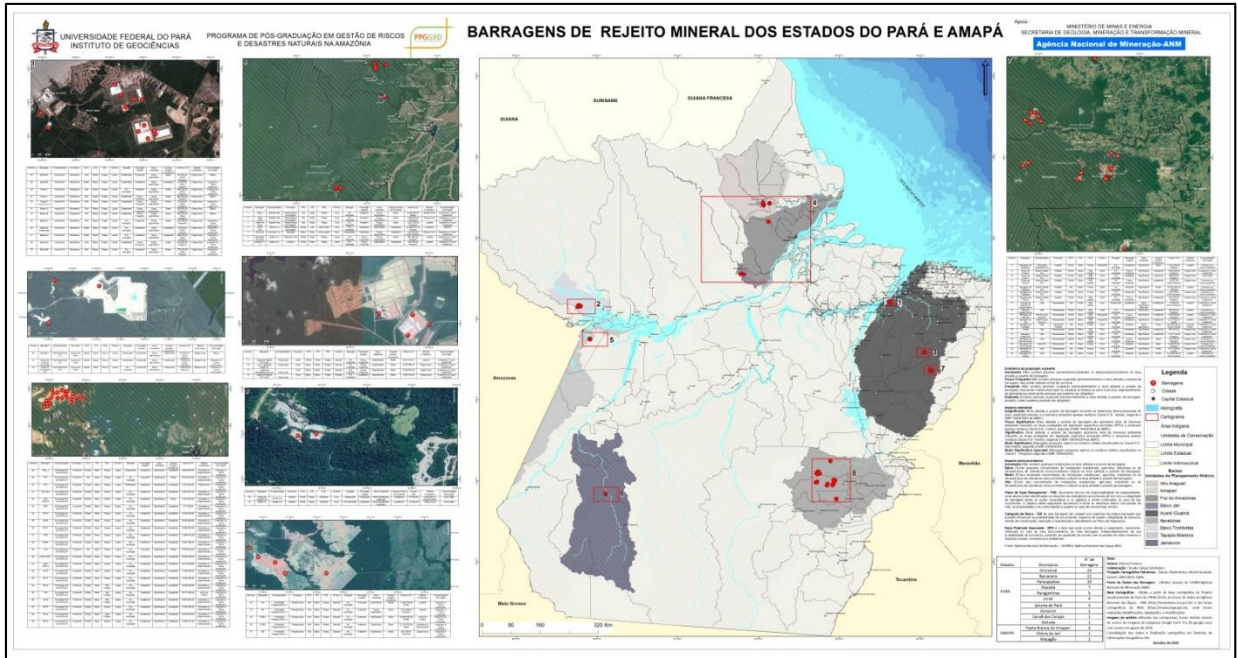


Figura 9: Mapa das Barragens de Rejeito Mineral dos Estados do Pará e Amapá (Apêndice 1).

O **Cartograma 1** está inserido na região do Município de Barcarena-PA, contém 12 barragens de rejeito de caulim, de propriedade da empresa Imerys S/A e está localizada na Unidade de Planejamento Hídrico-UPH Acará/Guamá. Destaca-se a proximidade destes barramentos a área urbana do Município (ex. a barragem Bacia 3, número 30 no mapa) está a menos de 5 metros de distância das residências). Assim, na matriz de classificação de Dano Potencial Associado-DPA, estes empreendimentos são enquadrados na categoria Alta a Média.

Apesar do baixo volume dos barramentos entre 10.000 m³ a 858.000 m³, classificados respectivamente, entre Muito Pequeno e Pequeno, todas as barragens possuem Plano de Ação Emergencial-PAE em conformidade com a Portaria ANM Nº 70.389/2017, que obriga a inclusão do Volume V, quando os barramentos tiverem classificação DPA Alto.

Importante destacar, que todos os 12 barramentos foram classificados com Dano Ambiental – Muito significativo (pontuação 8, de 10), que considera: “barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A - Não Inertes, segundo a NBR 10004 da ABNT”, esse tipo de resíduo tem baixa periculosidade, mas ainda oferece capacidade de reação química em certos meios (ABNT, 2004). As barragens têm como substância principal o rejeito do Caulim, porém estudos apontam também a presença de

outros componentes, como ácido sulfúrico e bário, este último considerado tóxico a saúde humana e ao meio ambiente (PINTO, 2018).

De acordo com o Ministério Público do Pará (MPF, 2016) em 2004, 2006, 2007, 2012 e 2014, ocorreram 6 acidentes provenientes de vazamentos das bacias de rejeito da empresa Imerys S.A., que ocasionaram a contaminação do solo e igarapés da região. No item Categoria de Risco-CRI, todas as barragens foram classificadas em CRI Baixo, pois apresentam Documentação de Projeto e Método Construtivo do tipo Etapa Única, ou seja, o barramento não foi submetido a processos de alteamentos (construções em etapas), recebendo assim pontuação mínima neste item.

O **Cartograma 2** é o que possui maior número de barragens, totalizando 22 barragens inseridas na UPH Baixo Trombetas, localizadas no Município de Oriximiná-PA e pertencentes a empresa Mineração Rio do Norte S/A que extrai bauxita. Apenas duas barragens foram classificadas com DPA Alto, as barragens TP1 (número 49) e TP2 (número 59), o restante foi enquadrada com DPA Médio. A classificação é em virtude principalmente da pontuação atribuída ao item Dano Ambiental, definido na matriz como, Significativo (Pontuação 6 em 10) e descrito como “área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluída APP, e armazena apenas resíduos Classe IIB”.

A área de proteção que motivou o DPA desses barramentos é a Floresta Nacional de Saracá-Taquera, classificada como de uso múltiplo sustentável dos recursos florestais (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018). A atividade de mineração é permitida mediante licença concedida pelos órgãos ambientais competentes. Também, a instalação desses barramentos próximos ao Rio Trombetas e aos Lagos do Batata e Sapucaia, acabam por elevar o DPA destes empreendimentos. Ressalta-se que, o Lago do Batata foi utilizado por uma década (1979 a 1989) como área de destino do rejeito, o que causou alterações ao ecossistema aquático em aproximadamente 30% de sua superfície (Mineração Rio do Norte, 2018).

Quanto ao tópico Volume, que também compõe a classificação do DPA, os barramentos possuem volume atual entre 712.790 m³ e 11.900.000 m³, considerado Médio na matriz de classificação. No item CRI, os 22 barramentos tiveram CRI Baixo, haja vista que apresentam Documentação de Projeto e PAE. Por outro lado, no item Método Construtivo apenas duas barragens (SP1 de número 50 e Tp3 de número 65) não foram construídas através de alteamento a montante. Esse método de alteamento é considerado

hoje o mais perigoso e já ocasionou diversos acidentes no mundo (ZINGANO, 2016). Após o rompimento da Barragem de Fundão, que utilizava o mesmo método construtivo de alteamentos a montante, no Estado de Minas Gerais estas são fiscalizadas por auditorias especiais do órgão estadual de licenciamento (Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2016).

No parâmetro Impacto Social e Econômico, 19 barramentos apresentaram classificação Inexistente (Pontuação 0), 2 classificados como Médio e apenas 1 barramento apresentou categoria Baixa. Não se verifica grandes concentrações de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura próximas às barragens, ao contrário, o desenvolvimento da região e o pouco de infraestrutura (rodovias, ferrovia, portos.) são resultantes da mineração que responde como a principal atividade econômica do Município de Oriximiná.

O **Cartograma 3** está localizado a leste do Estado do Pará, na UPH Acará-Guamá, no Município de Ipixuna do Pará, e abrange as barragens de rejeito de caulim da empresa Pará Pigmentos S.A, que pertence ao Grupo Imerys. Todas as barragens possuem DPA médio em virtude do Dano Ambiental ter sido classificado como Muito Significativo, e pelo fato da distância das barragens ser menor de 3 km do Rio Capim, importante curso d'água, com 764.820,00 km, que intercepta 7 municípios (Ipixuna do Pará, Aurora do Pará, São Domingos do Capim, Paragominas, Goianésia do Pará, Rondon do Pará e Dom Eliseu) até a sua foz com o rio Guamá (LIMA, 2005).

No item População a Jusante, os barramentos receberam classificação Inexistente (Pontuação 0), assim como no item Impacto Social e Econômico. Os volumes de rejeito são considerados de Muito Pequeno (175.000 m³) a Pequeno (1.190.000 m³) e o método construtivo é do tipo Etapa Única, fatores que influenciam no CRI Baixo.

O **Cartograma 4** abrange o sul do Estado do Amapá e o limite com o Estado do Pará. Neste as barragens estão localizadas nos Municípios de Pedra Branca do Amapará (4 barragens), Vitória do Jari (1 barragem), Mazagão (1 barragem) todas no Estado do Amapá e Almeirim no Pará (1 barragem). Encontram-se distribuídas em quatro Unidades de Planejamento Hídrico (UPH): Bacia do Amapará, Bacia do Alto Araguari, Bacia da Foz do Amazonas e Bacia do Baixo Jari.

Como o Estado do Amapá possui muitas unidades restritivas (Apêndice 1), não é surpreendente a proximidade destas barragens a essas áreas protegidas. Contudo, a maioria

dos barramentos foram classificados no item Dano Ambiental como Pouco Significativo (Pontuação 2 de 10). A exceção da barragem Mirante I e II do empreendedor Cadam S.A, localizada em Almeirim-Pa, que recebeu a pontuação 6, a qual considera Dano Ambiental-Significativo “Área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluída APP, e armazena apenas resíduos Classe IIB”.

Nota-se a presença significativa de populações próximas aos barramentos, sendo que nas barragens de número 1, 2 e 3 a presença de população é a jusante do mesmo. Deste modo, essas barragens foram caracterizadas no item População a Jusante como Existente, pontuação 10, que segundo o cadastramento é classificada de forma que “Existem pessoas ocupando a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas”. Em virtude da nota atribuída, o Dano Potencial Associado-DPA destes empreendimentos foi considerado Alto, assim todas possuem Plano de Ação Emergencial-PAE em conformidade com a portaria ANM nº 70.389/2017.

Convém ressaltar que, os três barramentos classificados com DPA Alto, também receberam Categoria de Risco - CRI Baixo, pois atendem os itens das características técnicas necessárias para essa faixa de classificação. A exceção foi à barragem de número 4, do empreendedor Zamin S.A, localizada em Pedra Branca do Amaparí que foi classificada como de CRI Alto, em função de não possuir PAE, como também não possuir documentação de projeto e ainda ter sido construída pelo método a montante. Todos esses itens recebem pontuação máxima na matriz de classificação.

O **Cartograma 5** está localizado a oeste do Estado do Pará, na UPH Madeira-Tapajós, no Município de Juruti-Pa, abrange os 4 barramentos da empresa Alcoa Ltda que extrai bauxita na região. O DPA e o item CRI receberam classificação Baixo para todos os barramentos. O volume de rejeito é da ordem de 2.970.666 m³ a 4.228.940 m³, considerado pequeno na matriz de classificação de dano potencial associado. Todas as barragens estão em operação e possuem PAE. A presença de População a Jusante foi classificada de Inexistente a Pouco Frequente e o Impacto Social Econômico é Baixo. Para o item Dano Ambiental, as barragens receberam pontuação mínima, Insignificante (0 pontos). Apresentam Documentação de Projeto e o Método Construtivo das barragens é do tipo Etapa Única, exceto a barragem Ld2 (número 71), que foi alteada pelo método a jusante, ainda sim este método construtivo é considerado seguro (pontuação 2) quando comparado ao método a montante.

O **Cartograma 6** localiza-se a sudoeste do Estado do Pará, na UPH Jamanxim, Município Itaituba-Pa, na Província Mineral do Tapajós. Inclui duas barragens de rejeito da empresa Serabi S.A que extrai ouro. Destaca-se neste cartograma que a pontuação recebida no item Dano Ambiental foi à máxima, considerando as 74 barragens listadas neste mapa. A matriz de classificação para o DPA (Anexo 1) descreve esta pontuação como: “Muito Significativo Agravado – barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I = Pontuação 10”. De acordo com a norma ABNT NBR 10004 de 2004, resíduos ou rejeitos de classe I são aqueles que oferecem periculosidade. O rejeito contido nessas barragens contém cianeto, elemento considerado de alta toxicidade que deriva do processo químico de cianetação, utilizado para extrair o ouro dos agregados de rocha. Os outros parâmetros que influenciam no DPA, como População a Jusante e Impacto Social e Econômico, receberam a pontuação mínima e foram classificados como Inexistente. O volume de rejeito contido atualmente nas barragens, de 10.000 m³ a 87.000 m³, também recebeu classificação mínima. Assim, a pontuação final atribuída ao item DPA foi Médio.

O **Cartograma 7** localiza-se a sudeste do Estado do Pará, na UPH Acará-Guamá, no Município de Paragominas-Pa. Compreende 5 barragens de rejeito de bauxita da empresa Hydro – Mineração Paragominas S/A. Todas encontram-se em operação e foram classificadas com nota máxima no item População a Jusante “Existente – Existem pessoas ocupando a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas = Pontuação 10”, exceto a barragem Rp1 (número 43), que recebeu classificação Frequente (pontuação 5). Todavia, o DPA total das barragens foi Alto para todos os barramentos, haja vista a nota atribuída ao índice Dano Ambiental, classificado como: “Significativo – área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluída APP, e armazena apenas resíduos Classe IIB – Pontuação 6”. A exceção é para a barragem B5 classificada para Dano Ambiental como Pouco Significativo. Para o item Impacto Social e Econômico a classificação foi de Baixo a Médio e o Volume atual dos barramentos considerado Pequeno (595.000 m³ a 21.100.000 m³). Quanto ao índice CRI, a classificação para todos os barramentos foi Baixo, haja vista que apresentam PAE, Documentação de Projeto e Método Construtivo a Jusante ou Etapa Única.

O **Cartograma 8** está localizado a sudeste do Estado do Pará na região da Província Mineral de Carajás, abrange os municípios de Marabá, Parauapebas e Canãa dos Carajás. São 18 barramentos, sendo que 17 pertencem ao Grupo Vale e apenas 1 à Mineração

Buritirama S/A. O rejeito das barragens varia de acordo com o minério extraído: manganês, cobre, ferro e ouro. No item DPA todos os barramentos apresentam classificação Significativo (Pontuação 6 em 10), definido na matriz como “área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluída APP, e armazena apenas resíduos Classe IIB”. Os barramentos estão inseridos, na Floresta Nacional de Carajás, na Área de Proteção Ambiental do Igarapé Gelado e na Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri. A exceção no item DPA é para a barragem Pondes de Rejeito do Igarapé Bahia, que se encontra atualmente desativada, porém tem classificação de DPA Alto, devido ter rejeito Classe I, consequentemente apresenta maior pontuação para o item Dano Ambiental “Muito Significativo Agravado - barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I = Pontuação 10”. Quanto ao item População à Jusante, 5 barramentos tiveram pontuação máxima “Existente – Existem pessoas ocupando a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas = Pontuação 10”. Nenhum barramento apresentou Método Construtivo à Montante, a maior pontuação neste item foi dada a Barragem do Sossego, “Método Linha de Centro - Pontuação 5”. Quanto ao Volume, duas barragens apresentam categoria máxima: Sossego com volume de 104.908.030 m³ de rejeito de cobre e Gelado, atualmente em 110.469.304 m³ de rejeito de minério de ferro.

De acordo com as informações declaradas pelos empreendedores no SIGBM em consonância com a Portaria N° 70.389/2017 do DNPM, no Estado do Pará existem 68 barragens de rejeito mineral que estão classificadas dentro da PNSB. Destas 81% estão em operação e 19% desativadas (Figura 10A), distribuídas em 10 municípios paraenses (Figura 11). Já no Estado do Amapá 83% estão ativas e 17% desativadas (Figura 10B), distribuídas em 3 municípios (Figura 12).

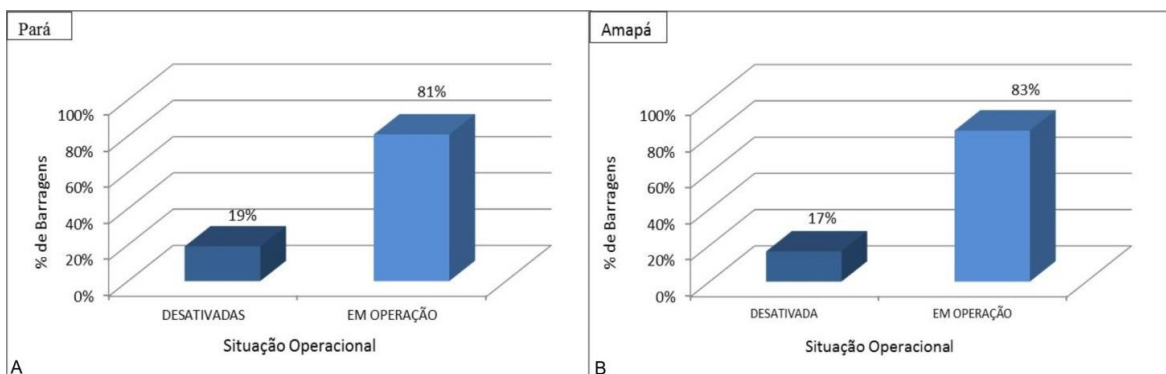


Figura 10. Barragens de rejeito mineral em operação e desativadas dos estados do Pará e Amapá.

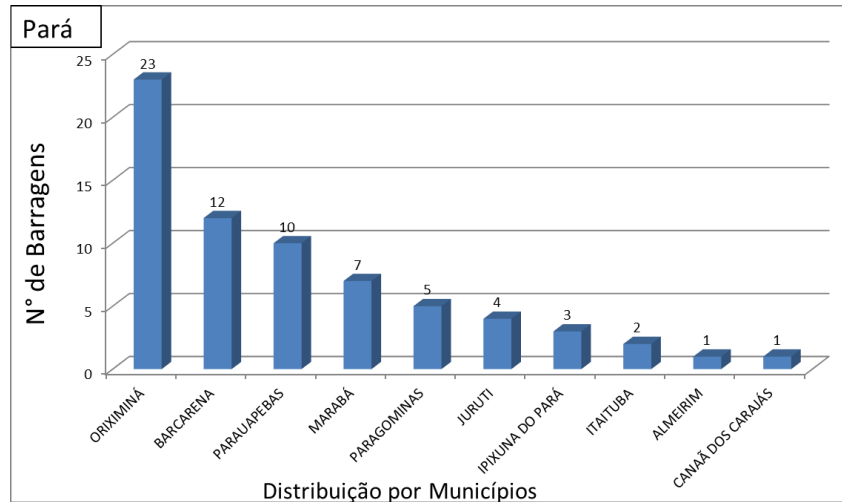


Figura 11: Distribuição das barragens de rejeito mineral do estado do Pará.

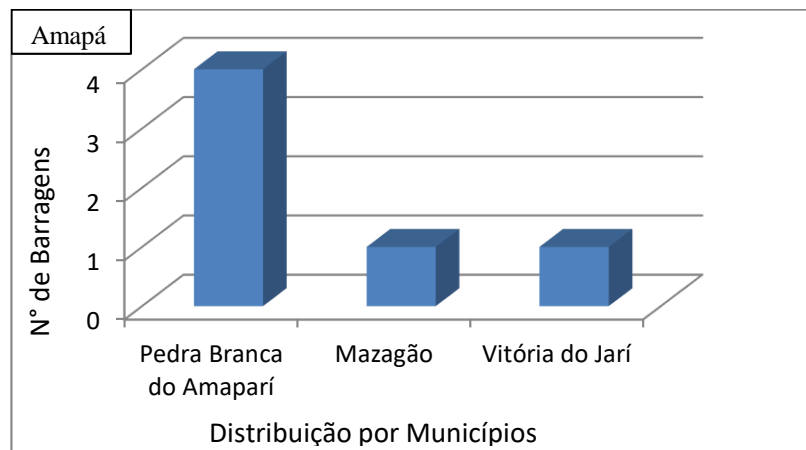


Figura 12: Distribuição das barragens de rejeito mineral do estado do Amapá.

DPA é o parâmetro que mede os efeitos, que podem ocorrer devido o rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, podendo ser graduado de acordo com as perdas de vidas humanas e impactos sociais, econômicos e ambientais. Estruturas com DPA alto são geradoras de um impacto significativo, a vidas, a economia de um município ou ao meio ambiente.

O grande percentual de barragens que apresentam dano potencial alto nos Estados do Pará e Amapá é resultado entre outros fatores da proximidade destes empreendimentos em relação a populações, cursos d'água, áreas restritivas e quanto ao tipo de rejeito armazenado. Das 68 barragens do Estado do Pará, 32% apresentam DPA alto, 62% DPA médio e apenas 6% baixo (Figura 13A). Ou seja, de acordo com a matriz de classificação, no item DPA, 22 barragens tiveram pontuação maior ou igual a 13 pontos, 42 apresentaram pontuação entre 7 a 13 pontos e 4 tiveram pontuação menor que 7.

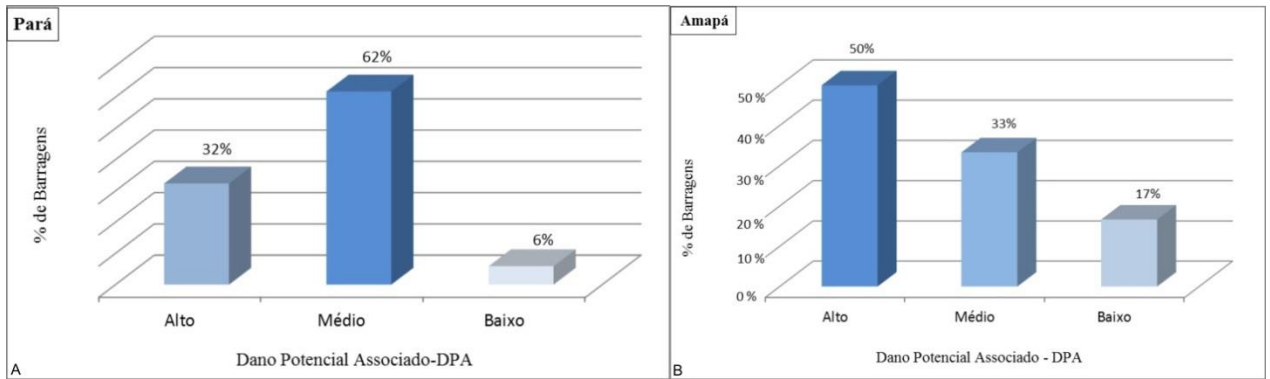


Figura 13: Dano potencial associado das barragens de rejeito mineral dos estados do Pará e Amapá.

No Estado do Amapá, dos 6 barramentos classificados dentro da PNSB, 50% apresentam DPA alto (Figura 12B), 33% médio e 17% baixo. O valor de DPA alto é devido à presença de população à jusante do barramento, recebendo automaticamente a pontuação 10 na matriz (Anexo 1).

Quanto a Categoria de Risco (CR), 99% barragens do Estado do Pará estão classificadas como de Risco Baixo (Figura 14A). Dado muito positivo, pois reflete o empenho das mineradoras do Estado em cumprir com os requisitos necessários, para assim obter pontuação mínima (Zero) nos itens Características Técnicas da Barragem (CT), Estado de Conservação do Empreendimento (EC) e Atendimento ao Plano de Segurança de Barragens (PS).

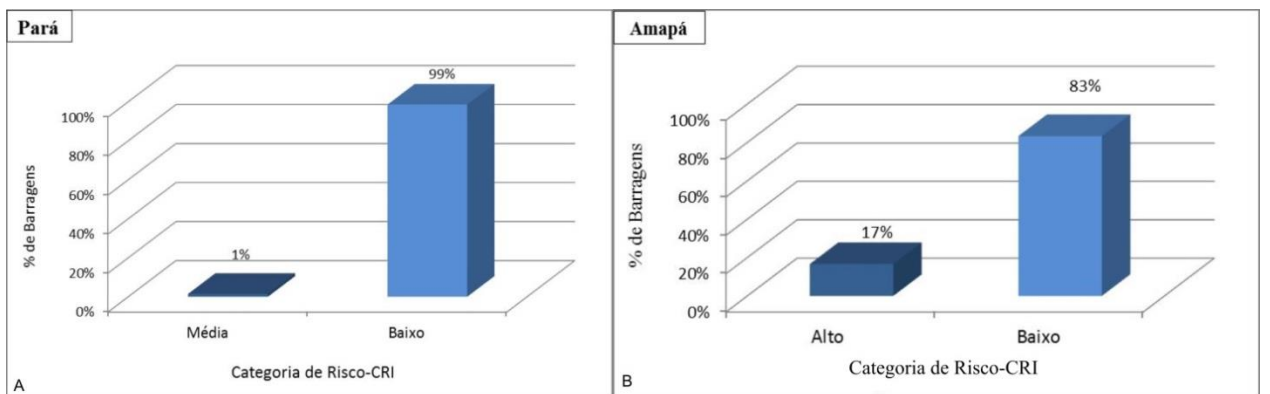


Figura 14: Categoria de risco das barragens de rejeito mineral dos estados do Pará e Amapá.

As barragens no Estado do Amapá, também apresentam um percentual muito baixo com classificação de Risco Alta (Figura 14B) de apenas 17%, que corresponde a Barragem Mário Cruz, de rejeito de ferro, da empresa Zamin S.A, a qual não possui PAE nem Documentação de Projeto, com agravante de ter Método Construtivo à Montante.

Quanto ao item população à jusante, os dados mostram que 56% das barragens no Estado do Pará (Figura 15A), não possui População à Jusante do barramento, apenas 15% estão classificadas na categoria Existente “Existem pessoas ocupando a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas = Pontuação 10”, 9% na categoria Frequente e 21% classificadas como Pouco Frequente. No Estado do Amapá (Figura 15B), 50% das barragens estão classificadas na categoria Existente, 17% Frequente e 33% Inexistente.

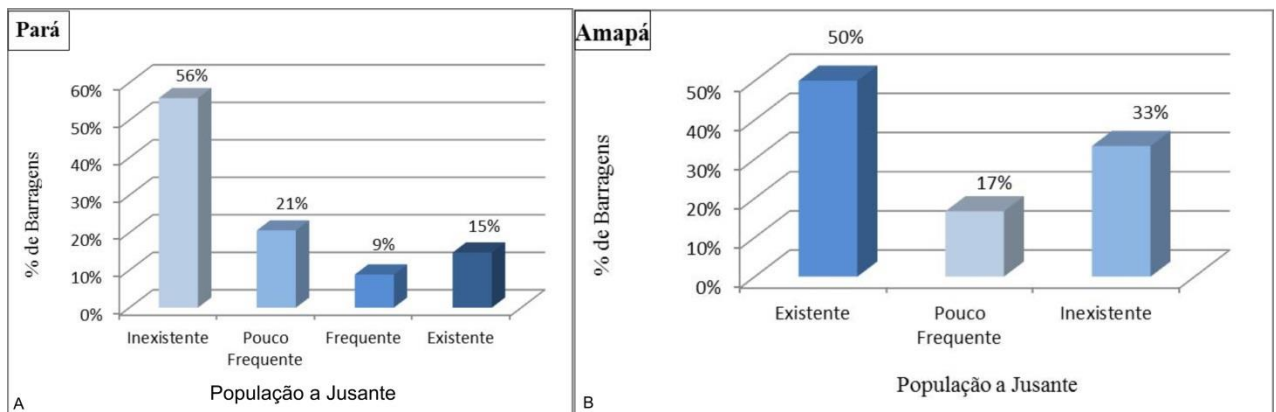


Figura 15: Classificação quanto ao item existência de População a Jusante para as barragens de rejeito mineral dos estados do Pará e Amapá.

Em relação ao item Dano Ambiental (Figura 16A), 65% das barragens no Estado do Pará foram classificadas como Significativo “Área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica, excluída APP, e armazena apenas resíduos Classe IIB – Pontuação 6”; 24% apresentaram classificação Muito Significativo “Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe IIA – Pontuação 8”) e apenas 4% foram enquadrados na classe Muito Significativo Agravado (“Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I = Pontuação 10”). No Estado do Amapá (Figura 16B), 17 % foram classificadas como Significativo e 83% como dano ambiental Pouco Significativo.

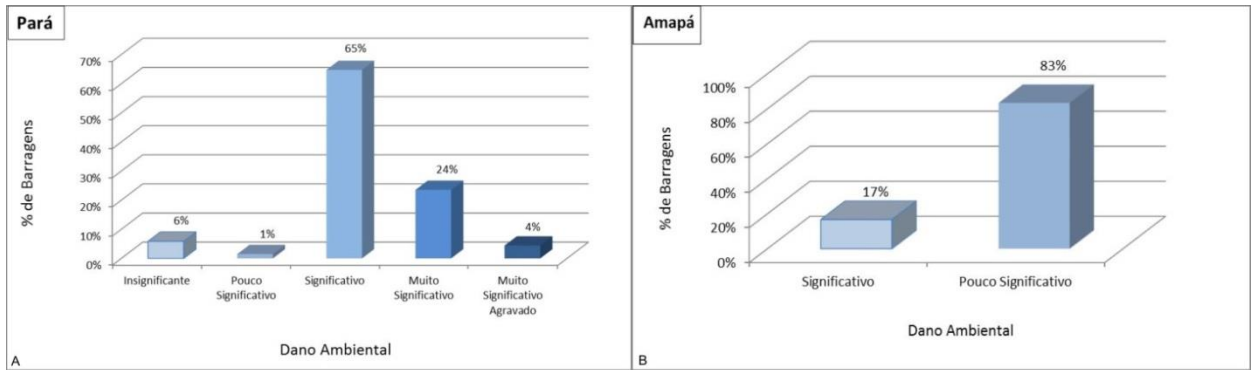


Figura 16: Classificação das barragens de rejeito mineral dos estados do Pará e Amapá quanto ao item Dano Ambiental.

O Plano de Ação Emergencial é um documento indispensável para barragens de Alto Dano Potencial (conforme art. 11 da Lei No 12.337/2010). No Estado do Pará (Figura 17A), 76% das barragens possuem PAE, 22% Não Possui devido não ter sido exigido por lei e 1% Não Possui (Barragem Pondes de Rejeito do Igarapé Bahia). No Estado do Amapá (figura 17B), 67% Possui PAE, 17% Não Possui devido não ter sido exigido e 17% Não Possui (Barragem Mario Cruz).

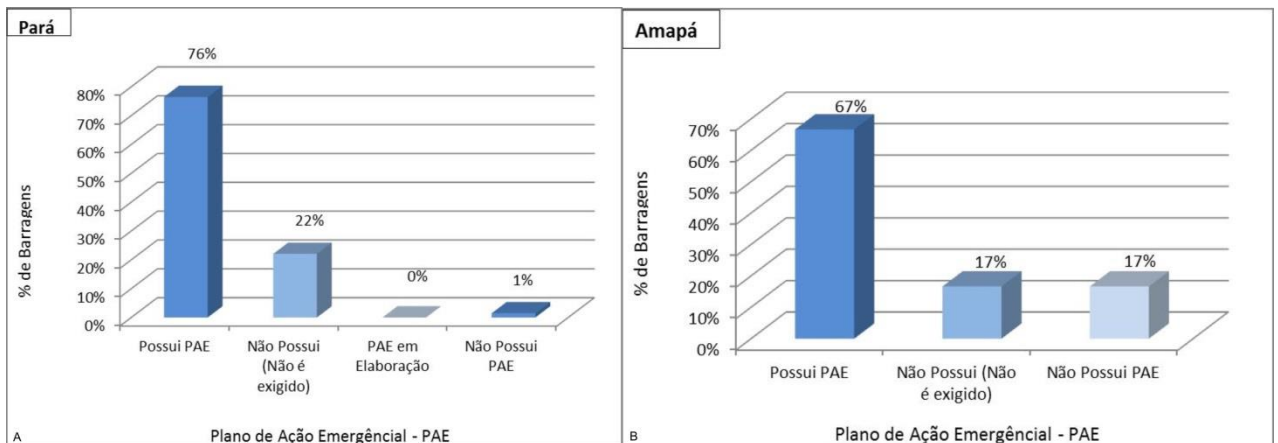


Figura 17: Classificação das barragens de rejeito mineral dos estados do Pará e Amapá quanto ao item Plano de Ação Emergencial.

6 CONCLUSÃO

Nos últimos anos, houve um grande avanço na gestão de segurança das barragens de rejeitos minerais no Brasil, principalmente após o rompimento da Barragem de Fundão. Os agentes responsáveis pela institucionalização da PNSB, como o DNPM e ANA, estabeleceram critérios para melhor gerir o risco desses empreendimentos. A instituição da Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017, do Departamento Nacional de Produção Mineral, que criou entre outras medidas, o Sistema Integrado de Gestão em Segurança de Barragens de Mineração-SIGBM, fornece hoje um banco de dados mais confiável a respeito das características técnicas das barragens.

Em virtude dessa maior fiscalização e rigor, as empresas de mineração tratam hoje as barragens de disposição de rejeitos de forma diferenciada, em relação aos anos anteriores. Os investimentos em monitoramento e no cumprimento da regulamentação aumentaram consideravelmente. Essas ações não só atendem os órgãos gerenciadores, mas também, o mercado financeiro nacional e internacional.

Apesar desse significativo avanço no cadastramento das barragens de rejeito mineral, os dados ainda se encontram divergentes nos órgãos articuladores. Assim é necessária uma maior integração e unificação das informações entre estes órgãos, para que assim o conflito de informações não prejudique a gestão dos riscos dessas estruturas.

As informações técnicas que compõe a Matriz de Classificação de Risco e Danos da PNSB permitem que todos possam avaliar os riscos desses empreendimentos. Utilizar esses dados em formato de SIG possibilita que os mesmos possam ser analisados, através de diversas perspectivas, promovendo assim um rápido acesso aos atributos desses barramentos. Recomenda-se que essas informações possam ser disponibilizadas a comunidade, de acordo com o perfil dos utilizadores, através da implementação de um servidor web associado ao SIGBM.

Manipular os dados em SIG e traduzi-los em um mapa permite que diversos setores da sociedade, gestores públicos nos três níveis de governo e principalmente a defesa civil, possam analisar a distribuição desses empreendimentos associados às características que as classificam, podendo assim tomar decisões diretas, prevendo também cenários de mudanças a médias e longo prazos, com relação ao uso do solo e ordenamento territorial, para assim evitar ou minimizar os desastres naturais e/ou tecnológicos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=936>. Acesso em: 07 set. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISSO 31000**: Gestão de Riscos - Princípios e Diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (*Brasil*). **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Estabelece a política nacional de segurança de barragens, cria o sistema nacional de informações sobre segurança de barragens. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/legislacao-aplicada>. Acesso em: 10 jul. 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (*Brasil*). **Relatório Segurança de Barragens 2011**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2011>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (*Brasil*). **Relatório Segurança de Barragens 2015**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2015-1>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (*Brasil*). **Relatório Segurança de Barragens 2016**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/rsb-2016>. Acesso em: 15 jul. 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (*Brasil*). **Encarte especial sobre a bacia do Rio Doce: rompimento da barragem em Mariana/MG**. Brasília, DF: ANA, 2016. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/RioDoce/EncarteRioDoce_22_03_2016v2.pdf. Acesso em: 12 out. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (*Brasil*). **Relatório segurança de barragens 2017**. Brasília, DF: ANA, 2018. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2017>. Acesso em: 12 dez. 2018.
- ANDERÁOS, A.; ARAUJO, L.; NUNES, C. **Classificação de barragem quanto à categoria de risco e ao dano potencial associado**. Bento Gonçalves, RS, 2013. Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- ARAÚJO, L. *et al.* **O papel do órgão fiscalizador de segurança de barragens no âmbito da Lei 12.334/2010**. Bento Gonçalves, RS, 2013. Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- BALBI, D. **Metodologias para elaboração de planos de ações emergenciais para inundações induzidas por barragens**: estudo de caso barragem de Peti – MG. 2008. 336 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.
- BOWKER, L; CHAMBERS, D. **The risk public liability & economics of tailings facility failures**. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283321865_The_Risk_Public_Liability_Economics_of_Tailings_Facility_Failures. Acesso em: 10 mar. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial [da] União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 08 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 10 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA. **Diário Oficial [da] União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9984.htm. Acesso em: 10 jan. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. **Diário Oficial [da] União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 set. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm. Acesso em: 10 jan. 2018.

BRASIL. Lei n. 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. **Diário Oficial [da] União da República Federativa do Brasil**: seção 1. Brasília, DF, ano 149, n. 70, 10 abr. 2012. p. 1-4.

BROWN, D. *et al.* **Desastres mais devastadores de todos os tempos**. Tradução Catharina Pinheiro. 1. ed. São Paulo: Lafonte, 2012.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS - CBDB. **Apresentação das barragens**. 2017. Disponível em: <http://www.cbdb.org.br/5-38/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20das%20Barragens>. Acesso em: 28 jan. 2017.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais**: 2011. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/defesa-civil/publicacoes>. Acesso em: 25 mar. 2017.

CHAMBERS, D. **Long Term Risks of Tailings Dam Failure**. 2011. Disponível em: <http://www.csp2.org/files/reports/Long%20Term%20Risks%20of%20Tailings%20Dam%20Failure%20-%20Chambers%20%26%20Higman%20Oct11-2.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

Serviço Geológico do Brasil - CPRM. **CPRM e DNPM assinam plano de trabalho para garantir segurança de barragens**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/CPRM-e-DNPM-assinam-plano-de-trabalho-para-garantir-seguranca-de-barragens-4433.html>. Acesso em: 25 dez. 2016.

CENTER FOR SCIENCE IN PUBLIC PARTICIPATION - CSP². **Tailings dam failures 1915-2016**. 2016. Disponível em: <http://www.csp2.org/tsf-failures-1915-2016>. Acesso em: 28 de Jan. 2016.

COMISSÃO TEMPORÁRIA DA POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS - CTPNSB. **Relatório final da comissão temporária da política nacional de segurança de barragens**. Brasília, 2016. Disponível em: <http://legis.senado.leg.br/comissoes/comissao>. Acesso em: 25 Jan. 2016.

DNPM. **Cadastro nacional de barragens de mineração**. 2015. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/arquivos-barragens/cadastro-nacional-de-barragens-de-mineracao-dentro-da-pnsb>. Acesso em: jan. 2016.

DNPM. **Portaria nº 70.389, de 17 de maio de 2017**. Cria o cadastro nacional de barragens de mineração, o sistema integrado de gestão em segurança de barragens de mineração – SIGBM. 2017. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/portaria-dnpm-no-70-389-de-17-de-maio-de-2017-seguranca-de-barragens-de-mineracao>. Acesso em: 25 maio 2017.

- DNPM. **Legislação Barragens.** 2015. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/legislacao-barragens>. Acesso em: 15 maio 2017.
- DNPM. **Institucional.** 2018. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/acesso-a-informacao/institucional>. Acesso em: 10 dez 2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **Anuário Mineral Brasileiro 2018:** principais substâncias metálicas. Brasília: AMN, 2018. Disponível em: http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2018.pdf. Acesso em: 15 dez 2018.
- DAVIES, M; MARTIN, T. Mining Market Cycles and Tailings Dam Incidents. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TAILINGS AND MINE WASTE*, 13., 2009, Banff, Alberta. **Proceedings [...]**. Banff, Alberta: Vancouver BC, 2009.
- FEAM. Resolução Conjunta Semad/Feam nº 2.372, de 06 de maio de 2016. *In: MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente; FEAM. Legislação Ambiental do FEAM.* Belo Horizonte, MG: FEAM, 2016. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=41215>. Acesso em: 18 ago. 2018.
- FERNANDES, R. **Metodologia para Unificação do Sistema de Classificação de Barragens de Rejeito.** 2017. 172 f. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geotecnia) - Escola de Minas. Núcleo de Geotecnia. Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2017.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. **Plano de manejo da Floresta Nacional de Saracá-Taquera.** 2018. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/amazonia/unidade-s-de-conservacao-amazonia/1948-flona-de-saraca-taquera>. Acesso em: 05 set. 2018.
- TAILINGS related accidents: failures, breaches and mudflows. **Tailings.info.** 2016. Disponível em: <http://www.tailings.info/knowledge/accidents.htm>. Acesso em: 25 fev. 2017.
- LESSONS Learnt From Practical Experiences. **Tailings.info.** 2017. Disponível em: <http://www.tailings.info/knowledge/accidents.htm>. Acesso em: 25 fev. 2017. (endereço repetido, não confere as informações).
- INSTITUTO EVANDRO CHAGAS. **Avaliação dos impactos referente ao transbordo de efluentes de Lama-Vermelha na cidade de Barcarena, estado do Pará:** relatório técnico nº: 002/2018, processo nº: 010/2018. 2018. Disponível em: http://www.iec.gov.br/portal/wpcontent/uploads/2018/03/RELAT%C3%93RIO_T%C3%89CNICO_002-2018-compressed.pdf. Acesso em 10/06/2018.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Mineração. **Eleições 2018:** políticas públicas para indústria mineral. Brasília: IBRAM, 2018. Disponível em: <http://portaldamineracao.com.br/wp-content/uploads/2018/11/eleicoes-2018-politicas-publicas-para-a-industria-mineral.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2018.
- JOÃO, X. S. J; TEIXEIRA, S. G.; FONSECA, D. D. F. **Geodiversidade do Estado do Pará.** Belém: CPRM, 2013. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>. Acesso em: 20 jan. 2018.
- JOÃO, X. S. J; TEIXEIRA, S. G. **Geodiversidade do estado do Amapá.** Belém: CPRM, 2016. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17171?show=full>. Acesso em: 15 abr. 2018.

LIMA, A. M. M. de. **Sistema de informação de recursos hídricos como subsídio a elaboração do plano diretor da bacia do Rio Capim - PA.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: INPE, 2005. p. 3789-3796.

MACIEL, L. **Empenho para ser o líder: valor setorial mineração.** São Paulo: [s.n.], 2017. p. 63.

MEDEIROS, C. H. **“O Dia Seguinte à Aprovação”.** [s.l.]: Associação Brasileira de Mecânica de Solos e Engenharia Geotécnica- ABMS, 2010.

MENESCAL, R. **Gestão da segurança de barragens no Brasil:** proposta de um sistema integrado, descentralizado, transparente e participativo. 2009. 769 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

MINERAÇÃO Rio do Norte. **Lago Batata.** 2018. Disponível em: <http://www.mrn.com.br/paginas/pt/sustentabilidade/gestao-ambiental/lago-batata.html>. Acesso em: 05 dez 2018.

BRASIL. Ministério Público Federal. **Inquérito civil público nº 1.23.000.000661/2015-70.** Ação civil pública com pedido liminar. Pará: Ministério Público do Estado do Pará; Ministério Público Federal, 2016. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/documentos/2016/acp-agua-potavel-barcarena>. Acesso em: 10 set. 2018

NAVA, F. **Pequenas barragens:** uma oportunidade de desenvolvimento científico, técnico e regulamentador. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental, Campus Universitário de Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2018.

NOGUEIRA, F. R. Gestão dos Riscos nos Municípios. In: CARVALHO, S. C e GALVÃO, T. (Org.). **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas:** guia para elaboração de políticas municipais. Brasília, DF: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006. p. 29.

OLIVEIRA, J. **Manual de operações de barragens de contenção de rejeitos como requisito essencial ao gerenciamento dos rejeitos e a segurança de barragens.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

OLIVEIRA, M. J. de. **Diagnostico do setor mineral do estado do Amapá.** Macapá: IEPA, 2010. 148 p. Disponível em: http://www.iepa.ap.gov.br/arquivopdf/diagnostico_mineral_amapa.pdf. Acesso em: 05 ago. 2017.

NEVES, Luiz Paniago. **Segurança de barragens:** legislação federal brasileira em segurança de barragens comentada. 2018. *E-book* (67 p.). Disponível em: <http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/e-book-livre-legislacao-federal-brasileira-em-seguranca-de-barragens-autor-luiz-paniago-neves/view>. Acesso em: 05 ago. 2017.

PINTO, Walter . Barcarena sob risco permanente. **Jornal Beira Rio**, ed. 142, abr. e maio de 2018. Disponível em: <https://beiradorio.ufpa.br/index.php/edicoes2018/94-142-abril-e-maio/233-barcarena-sob-risco-permanente>. Acesso em: 05 set. 2018.

SINDICATO DAS INDUSTRIAS MINERAIS DO ESTADO DO PARÁ - SIMINERAL. **Mineração no Pará, Brasil e Mundo.** 2018. Disponível em: <http://simineral.org.br/mineracao/mineracao-para>. Acesso em: 20 set. 2017.

CARDOZO, F. A. C.; PIMENTA, M. M.; ZINGANO, A. C. Métodos construtivos de barragens de rejeitos de mineração: uma revisão. *Holos*, v. 38, n. 32, 2016. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/download/5367/pdf>. Acesso em: 15 dez. 2017.

APÊNDICE

Mapa de Barragens de Rejeito Mineral dos Estados do Pará e Amapá.

ANEXO

Anexo 1 – Critérios Gerais de Classificação de Barragens de Mineração por Categoria de Risco, Dano Potencial Associado e pelo Volume do Reservatório.

NOME DA BARRAGEM		
DATA DA CLASSIFICAÇÃO E ENQUADRAMENTO:		
1 - CATEGORIA DE RISCO (CRI)		Pontos
1.1	Características Técnicas (CT)	
1.2	Estado de Conservação (EC)	
1.3	Plano de Segurança de Barragem (PSB)	
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		0
FAIXAS DE CLASSIFICAÇÃO	CATEGORIA DE RISCO	CRI
	ALTO	≥ 65 OU $EC^*=10$ (*)
	MÉDIO	$37 < CRI < 65$
	BAIXO	≤ 37

(*) Pontuação (10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providencias imediatas pelo responsável da barragem.

NOME DO EMPREENDEDOR:		
2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO (DPA)		Pontos
2.1	Volume total do reservatório	
2.2	Existência de população a jusante	
2.3	Impacto Ambiental	
2.4	Impacto sócio-econômico	
PONTUAÇÃO TOTAL (DPA)		
CLASSIFICAÇÃO DE DANO		
	Dano Potencial Associado	DPA
Faixa de Classificação	ALTO	≥ 13
	MÉDIO	$7 < DPA < 13$
	BAIXO	≤ 7
MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO		

1 - MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (RESÍDUOS E REJEITOS)				
1.1-CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Altura (a)	Comprimento de Crista (b)	Vazão de Projeto (c)	Método Construtivo (d)	Auscultação (e)
Altura \leq 15m (0)	Comprimento \leq 50m (0)	Decamilenar ou CMP (Cheia Máxima Provável) (0)	Etapa única (0)	Existe instrumentação de acordo com o projeto técnico (0)
15m < Altura < 30m (1)	50m < Comprimento < 200m	Milenar (2)	Alteamento a jusante (2)	Existe instrumentação em desacordo com o projeto, porém em processo de instalação de instrumento para adequação ao projeto (2)
30m \leq Altura \leq 60m (4)	200 \leq Comprimento \leq 600m (2)	500 anos (5)	Alteamento por linha de centro (5)	Existe instrumentação em desacordo com o projeto sem processo de instalação de instrumento para adequação ao projeto (6)
Altura > 60m (7)	Comprimento > 600m (3)	Inferior a 500 anos ou Desconhecida/Estudo não confiável (10)	Alteamento a montante ou desconhecido ou que já tenha sido alteada a montante ao longo do ciclo de vida da estrutura (10)	Barragem não instrumentada (8)
CT = \sum (a até c)				

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (RESÍDUOS E REJEITOS)			
1.2- ESTADO DE CONSERVAÇÃO			
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras Barragem de rejeitos e resíduos (f)	Percolação (g)	Deformações e Recalques (h)	Deterioração dos Taludes/paramentos (i)
Estruturas civis bem mantidas e em operação normal/barragem sem necessidade de estruturas extravasoras (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (0)	Não existe deterioração de taludes e paramentos
Estruturas com problemas identificados e medidas corretivas em implantação (3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes e ombreiras estáveis e monitorados (3)	Existência de trincas e abatimentos com medidas corretivas em implantação (2)	Falha na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustivas (2)
Estruturas com problemas identificados e sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)	Existência de trincas e abatimentos sem implantação das medidas corretivas necessárias (5)	Erosões superficiais, ferragem exposta, presença de vegetação arbórea, sem implantação das medidas corretivas necessárias (6)
Estruturas com problemas identificados, com redução de capacidade vertente e sem medidas corretivas (10)	Surgência nas áreas de jusante com carreamento de material ou vazão crescente ou infiltração do material contido com potencial de comprometimento da segurança da estrutura. (10)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (10)
EC = \sum (a até c)			

Pontuação (10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providencias imediatas pelo responsável da barragem. (Deve-se submeter imediatamente a uma inspeção Especial).

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (RESÍDUOS E REJEITOS)				
3- PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM				
Documentação de Projeto (j)	Estrutura Organizacional e Qualificação Técnica dos Profissionais na Equipe de Segurança da Barragem (k)	Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento (l)	PAE – Plano de Ação Emergencial (quando exigido pelo órgão fiscalizador) (m)	Relatório de Inspeção e Monitoramento da Instrumentação e da Análise de Segurança (n)
Projeto Executivo e “como construído” (0)	Possui unidade administrativa com profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (0)	Possui manuais de procedimentos para inspeção, monitoramento e operação (0)	Possui PAE (0)	Emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento com base na instrumentação, e de Análise de segurança (0)
Projeto executivo ou “como construído” (2)	Possui profissional técnico qualificado (próprio ou contratado) responsável pela segurança de barragem (1)	Possui apenas manual de procedimentos de monitoramento (2)	Não possui (não é exigido pelo órgão fiscalizador) (2)	Emite regularmente APENAS Relatório de Análise de Segurança (2)
Projeto básico (5)	Possui unidade administrativa sem profissional técnico qualificado responsável pela segurança da barragem (3)	Possui apenas manual de procedimentos de inspeção (4)	PAE em elaboração (4)	Emite regularmente APENAS Relatório de Inspeção e Monitoramento (4)
Projeto conceitual (8)	Não possui unidade administrativa e responsável técnico qualificado pela segurança da barragem (6)	Não possui manuais ou procedimentos formais para monitoramento e inspeções (8)	Não possui PAE (quando for exigido pelo órgão fiscalizador) (8)	Emite regularmente APENAS relatórios de inspeção visual (6)
Não há documentação de projeto (10)				Não emite regularmente relatórios de inspeção e monitoramento e de Análise de Segurança (8)
PS = \sum (j até n)				

MATRIZ DE CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO (RESÍDUOS E REJEITOS)			
5- CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO – DPA			
Volume Total do Reservatório (a)	Existência de População a Jusante (b)	Impacto Ambiental (c)	Impacto Sócio-Econômico (d)
Muito Pequeno <=500 mil m ³ (1)	INEXISTENTE (Não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem) (0)	INSIGNIFICANTE (Área afetada a jusante da barragem encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais e a estrutura armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10004/2004 da ABNT). (0)	INEXISTENTE (Não existem quaisquer instalações na área afetada a jusante da barragem). (0)
Pequeno 500 mil a 5 milhões m ³ (2)	POUCO FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (3)	POUCO SIGNIFICATIVO (Área afetada a jusante da barragem não apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica (excluídas APPs) e armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10004/2004 da ABNT). (2)	BAIXO (Existe pequena concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem). (2)
Médio 5 milhões a 24 milhões m ³ (3)	FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (5)	SIGNIFICATIVO (Área afetada a jusante da barragem apresenta área de interesse ambiental relevante ou áreas protegidas em legislação específica (excluídas APPs) e armazena apenas resíduos Classe II B - Inertes, segundo a NBR 10004/2004 da ABNT). (6)	MÉDIO (Existe moderada concentração de instalações residenciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem). (4)
Grande 25 milhões a 50 milhões m ³	EXISTENTE (Existem pessoas ocupando	MUITO SIGNIFICATIVO	ALTO (Existe alta concentração de instalações residenciais,

(4)	permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas (10)	(Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe II A - Não Inertes, segundo a NBR 10004/2004). (8)	agrícolas, industriais ou de infraestrutura de relevância sócio-econômico-cultural na área afetada a jusante da barragem). (8)
Muito Grande ≥ 50 milhões m^3 (10)		MUITO SIGNIFICATIVO AGRAVADO (Barragem armazena rejeitos ou resíduos sólidos classificados na Classe I – Perigosos segundo a NBR 10004/2004). (10)	
$DPA = \sum (a \text{ até } d)$			

CLASSIFICAÇÃO POR CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO.

X	Dano Potencial Associado		
	Alto	Médio	Baixo
Categoria de Risco	A – 5 anos	B – 5 anos	C – 7 anos
Alto	A – 5 anos	B – 5 anos	C – 7 anos
Médio	B – 5 anos	C – 7 anos	D – 10 anos
Baixo	B – 5 anos	C – 7 anos	E – 10 anos