



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

**VULNERABILIDADE E PERCEPÇÃO DE RISCO DE ACIDENTES COM**  
**BARRAGENS DE CAULIM EM BARCARENA**

**MARCIO DOS SANTOS AVELAR**

**Belém - PA**  
**2019**

**MARCIO DOS SANTOS AVELAR**

**VULNERABILIDADE E PERCEPÇÃO DE RISCO DE ACIDENTES COM  
BARRAGENS DE CAULIM EM BARCARENA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e Desastres Naturais na Amazônia, da Universidade Federal do Pará como requisito para obtenção do título 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: Vulnerabilidade das populações em áreas de risco.

Orientadora: Prof. Dra. Milena Marília Nogueira de Andrade

**Belém - PA  
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)**

---

A948v Avelar, Marcio dos Santos  
Vulnerabilidade e percepção de risco de acidentes com  
barragens de caulim em Barcarena / Marcio dos Santos Avelar. —  
2019.  
93 f. : il. color.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Milena Marília Nogueira de Andrade  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Gestão de  
Risco e Desastre na Amazônia, Instituto de Geociências,  
Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Desastre. 2. Mineração. 3. Análise. 4. Vulnerabilidade  
Social. 5. Gestão de risco. I. Título.

CDD 363.34098115

---

**MARCIO DOS SANTOS AVELAR**

**VULNERABILIDADE E PERCEPÇÃO DE RISCO DE ACIDENTES COM  
BARRAGENS DE CAULIM EM BARCARENA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e Desastres Naturais na Amazônia, do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, como requisito a obtenção do Título de Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais.

Área de Concentração: Minimização de riscos e mitigação de desastres naturais na Amazônia.

Linha de Pesquisa: Vulnerabilidade das populações em áreas de risco.

Data de Aprovação: 27 /01/ 2019

Banca Examinadora

---

Prof.<sup>a</sup> Milena Marília Nogueira de Andrade – Orientadora  
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido  
Universidade Federal do Pará

---

Prof.<sup>a</sup> Maria de Fátima Vilhena da Silva - UFPA  
Doutora em Tecnologia de Alimentos  
Universidade Estadual de Campinas

---

Prof. Claudio Fabian Szlafsztein - UFPA  
Doutor em Ciências Naturais (Geografia).  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, CAU, Alemanha

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Suzana Araújo Romeiro - UFPA  
Doutora em Solos e Nutrição de Plantas  
Universidade de São Paulo

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, primeiramente, por permitir trilhar esse caminho.

A minha esposa Zenaide de Oliveira Costa Avelar pelo incentivo e principalmente pela paciência.

A minha mãe pela dedicação incentivo de ir em busca dos objetivos.

A minha orientadora Milena Marília Nogueira de Andrade pela compreensão, incentivo e paciência inesgotável.

Aos professores do programa PPGGRD por compartilhar conhecimento.

A Jamilly Rocha de Araújo e Eliana Costa Seabra que foram de fundamental importância na realização das atividades para pesquisa de campo.

Meus mais sinceros agradecimentos a todos que me ajudaram na realização desta pesquisa.

## RESUMO

A sociedade utiliza os recursos naturais existentes e gera modificações na natureza com construções de estruturas artificiais tais como as barragens. Assim como outras intervenções antrópicas, a construção de barragens pode trazer benefícios sociais diversos, tais como a geração de energia elétrica, regulação das vazões para fins de abastecimento, irrigação, controle de enchentes ou prevenção de secas. Especificamente para a mineração, as barragens de rejeito são a forma mais comum de armazenamento de rejeito existentes. Porém, riscos associados acompanham obras desta envergadura e possíveis rompimentos de uma barragem podem desencadear desastres. Os impactos dependem da vulnerabilidade do meio ambiente, da sociedade, e podem afetar de maneira drástica todos os elementos de vida constituídos localmente, podendo causar perdas de ordens social e econômica em todo um modo de organização populacional. Dessa forma, obteve-se com este estudo uma análise da vulnerabilidade e da percepção de riscos do bairro Industrial e da Vila do Conde, que estão no entorno da bacia de rejeitos de caulim nº3 (B3) localizada no município de Barcarena (PA). Para realização desta pesquisa foram utilizados dados secundários do município, de legislação e do Plano de Ação de Emergência da barragem; e dados primários obtidos em campo a partir da utilização de 143 questionários. Foram identificados elementos que caracterizam a vulnerabilidade das populações a jusante a bacia B3, tanto em Vila do conde como no bairro Industrial, como: a proximidade dessas áreas da bacia B3, renda familiar inferior a 1 (um) salário mínimo (71,33%), baixa escolaridade, (29,37% não possuem nem o ensino fundamental completo), 60,14% das residências possuem pelo menos 1 (uma) criança, tendo ainda 36,73% com idosos e 4,17% com portadores de necessidades especiais. Conclui-se que é importante que haja uma intervenção do poder público no sentido de realizar ações preventivas junto a população, bem como estabelecer bases para a atuação deste, caso ocorra um evento de desastres na área de estudo aqui apresentada.

Palavras Chave: Desastre. Mineração. Análise. Vulnerabilidade Social. Gestão de risco.

## ABSTRACT

The society uses the existing natural resources and generates modifications in the nature with constructions of artificial structures such as the dams. Like other anthropogenic interventions, the construction of dams can bring diverse social benefits, from the generation of electric power, regulation of the flow for the purpose of supply, irrigation, flood control or prevention of droughts. Specifically for mining, tailings dams are the most common form of existing tailings storage. However, associated risks accompany works of this magnitude and possible ruptures of a dam can trigger disasters. Impacts depend on the vulnerability of the environment and society and can drastically affect all locally constituted living elements and can cause loss of social and economic order throughout a mode of population organization. Thus, this study has the objective of conducting an analysis of the vulnerability and risk perception of the Industrial district and Vila do Conde, which are the neighborhoods around the kaolin reject basin n°3 (B3) located in the municipality of Barcarena (PA). To perform this research were used secondary data of the municipality, legislation and the Emergency Action Plan of the dam; and primary data obtained in the field from the use of 143 questionnaires. As results were identified elements that characterize the vulnerability of the populations downstream of the B3 basin, both in Vila do Conde and in the Industrial neighborhood, such as: the proximity of these areas of the B3 basin, family income less than one (1) minimum wage (71.33%), (29.37% do not have complete primary education), 60.14% of the households have at least one (1) child, and 36.73% have elderly and 4.17% with special needs. In this way it is concluded that it is important that there is an intervention of the public power in order to carry out preventive actions with the population, as well as to establish bases for its action in the event of a disaster event in the study area presented here.

Key words: Disaster. Mining. Social Vulnerability. Risk Management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Fluxograma para o licenciamento ambiental SEMAS.....	19
Figura 2-	Área da cava da Mina RCC em Ipixuna do Pará (A) e instalações do Porto privado da Ímerys em Barcarena (B).....	23
Figura 3-	Diagrama simplificado de beneficiamento do caulim.....	23
Figura 4-	Mapa de localização das Minas e Planta de beneficiamento da Ímerys.....	25
Figura 5-	Mapa de localização da área de estudo.....	27
Figura 6 -	Simulação das áreas afetadas por rompimento da Bacia B3 realizado pela Ímerys..	28
Figura 7 -	Mapa de localização de aplicação de questionários.....	31
Figura 8 -	Linha do tempo com os eventos de acidentes com caulim em Barcarena.....	33
Figura 9 -	Precipitações Acumuladas Mensais Médias.....	34
Gráfico 1-	Distribuição populacional por bairro e faixa etária.....	36
Gráfico 2-	Distribuição por gênero e bairro.....	36
Gráfico 3-	Escolaridade.....	37
Gráfico 4-	Renda familiar.....	39
Gráfico 5 -	Tempo de residência em anos.....	40
Gráfico 6 -	Número de pessoas por residência.....	41
Gráfico 7-	Número de crianças por residência.....	42
Gráfico 8 -	Categorias especiais de vulnerabilidade.....	43
Gráfico 9 -	Riscos relatados pelos entrevistados.....	44
Gráfico 10-	Causas dos riscos informados pelos entrevistados.....	45
Gráfico 11-	Motivos pelos quais acredita estar em risco.....	47
Gráfico 12 -	Percepção do grau de risco dos entrevistados.....	48
Gráfico 13-	Local onde procuraria ajuda indicado pelos entrevistados.....	49
Gráfico 14 -	Que atitudes tomadas em caso de acidente com barragens.....	50
Gráfico 15-	Perdas indicadas pelos entrevistados.....	51
Figura 10 -	Presença de caulim no rio Curuperé por conta de vazamentos em 2014.....	53
Gráfico 16-	Tipos de acidentes com barragens relatados.....	54
Gráfico 17-	Ações realizadas pela Ímerys após acidentes.....	55
Gráfico 18-	Sugestões indicadas por moradores para prevenir riscos ambientais.....	56
Figura 11 -	Estrada de acesso à Pará Pigmentos limite entre à barragem B3 da Ímerys (ao fundo) e o bairro Industrial.....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Precipitação (PRP) total mensal e de dois dias referentes à data de ocorrência dos incidentes e percentual correspondente ao mês.....	35
Tabela 2-	Tipos de riscos relatados pelos entrevistados.....	44
Tabela 3-	Impactos ocorridos em decorrência dos incidentes com barragens.....	52
Tabela 4-	Ações realizadas pelas Ímerys após ocorrências de acidentes.....	55
Tabela 5-	Sugestões de medidas preventivas relatadas pelos entrevistados.....	56

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ALBRAS	Alumínio Brasileiro S.A
ALUNORTE	Alumina Norte Brasil S/A
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
B3	Bacia nº 3
CBDB	Comitê Brasileiro de Barragens
CEDEC	Coordenadoria Estadual de Defesa Civil
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
COMDEC	Coordenadoria Municipal de Defesa Civil
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CPCRC	Centro de Perícias Científicas Renato Chaves
CR	Categoria de Risco
CRAS	Centro de Referência em Assistência Social
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DPA	Dano Potencial Associado
EIRD/ONU	Estratégia Internacional para Redução de Desastres da Organização das Nações Unidas
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IG	Instituto de Geociências
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IRCC	Ímerys Rio Capim Caulim

MME	Ministério de Minas e Energia
MPF	Ministério Público Federal
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PAE	Plano de Ação Emergencial
PDDUB	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Barcarena
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPGGRD	Programa de Pós-graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia
PPSA	Pará Pigmentos Sociedade Anônima
PRP	Precipitações
PSB	Plano de Segurança da Barragem
RCC	Rio Capim Caulim
SEDEC	Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil
SEDEME	Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia
SEMAS	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará
SNISB	Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
TJEPa	Tribunal de Justiça do Estado do Pará
UNDP	United Nations Development Programme
UFPA	Universidade Federal do Pará

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	122
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	155
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	166
3.1 OBJETIVO GERAL .....	166
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	166
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	177
4.1 LEGISLAÇÃO PERTINENTE.....	177
4.2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS .....	20
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DO CAULIM .....	222
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	266
5.1 ÁREA DE ESTUDO .....	266
5.2 MÉTODOS.....	277
<b>6. RESULTADOS</b> .....	322
6.1. LINHA DO TEMPO DOS EVENTOS .....	322
6.2. ANÁLISE DA VULNERABILIDADE .....	355
6.3 PERCEPÇÃO DE RISCO.....	433
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	599
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	611
<b>APÊNDICES</b> .....	68
<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO E TERMO DE CONSENTIMENTO</b> .....	69
<b>APÊNDICE B - PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL PARA ROMPIMENTO DE BARRAGENS E VAZAMENTOS DE REJEITOS DE CAULIM NO MUNICÍPIO DE BARCAREBA-PA</b> .....	70

## 1. INTRODUÇÃO

As barragens são estruturas construídas em cursos d'água, sendo feitas na maioria das vezes com o intuito de armazenar água ou rejeitos. A sua utilização em controle de cheias, regularização de vazões para irrigação, abastecimento humano e geração de energia, entre outras funções, contribuiu de forma singular para o desenvolvimento das civilizações, sendo ainda responsável, inclusive, pela ascensão e queda de muitas delas (JANSEN, 1983). A construção de barragens no Brasil tem o seu início em virtude das grandes secas na Região Nordeste, em particular no ano de 1877 o que levou a construção dos primeiros açudes para armazenar água. Na região Sudeste do País, no mesmo período era iniciada a instalação das primeiras hidrelétricas (CBDB, 2011). E hoje, mais de 61% da matriz energética brasileira vem de aproveitamentos hidrelétricos (ANEEL, 2017), além de muitas outras destinadas a reserva de água para consumo, contenção de cheias e demais usos.

Nas atividades de mineração o uso de barragem é o método mais comum para destinação de rejeitos do processamento mineral. Rejeitos correspondem a fração economicamente não aproveitada do minério, após o mesmo ter sido submetido à redução de tamanho e de separação das espécies minerais (CETEM, 2010). Na disposição dos rejeitos, o reservatório formado para conter o material deve ser estanque para impedir a infiltração dos efluentes danosos à qualidade das águas. Portanto sua construção deve observar os aspectos específicos da construção e da segurança (IBRAM, 2016).

Os procedimentos de segurança consistem na condição de manter a integridade estrutural e operacional da barragem e a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente nas áreas potenciais afetadas (BRASIL, 2010). Dinçergök (2007) afirma ainda que a segurança de barragem deve contemplar não apenas as boas condições estruturais do empreendimento, mas também mitigar os impactos que possam ocorrer a jusante em caso de ruptura.

A preocupação com a segurança destas estruturas teve início após a ocorrência de acidentes graves principalmente entre as décadas de 1960 e 1970 (VERÓL; MIGUEZ; MASCARENHAS, 2012) em que, a onda de cheia resultante da ruptura deste de tipo estrutura foi responsável por acidentes de grandes proporções vistos nos últimos séculos (CBDB, 2011;

XIONG, 2011). No Brasil o histórico recente de acidentes conta com o rompimento da barragem de minério de ferro no município de Mariana (MG) em 2015 e em janeiro de 2019 o rompimento da barragem de Brumadinho que até o momento contabiliza 214 mortos, e 125 pessoas desaparecidas (G1, 2019).

A repetição desse tipo de sinistro ocorreu mesmo com avanços na legislação. Nas últimas décadas foram estabelecidas legislações com o objetivo de regulamentar as etapas de construção e operação, bem como, definir planos de ação emergencial para esses empreendimentos (VERÓL; MIGUEZ; MASCARENHAS, 2012). Em 2010, foi sancionada a primeira lei relacionada ao tema, a Lei nº 12.334, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (BRASIL, 2010). Entre os instrumentos previstos pelo art. 6º, destacam-se a classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado. Caso o empreendimento se encaixe entre as categorias de dano médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perdas de vidas humanas, conforme a Resolução nº 143, de julho de 2012 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, existe a necessidade da realização de um Plano de Segurança de Barragem.

O estado do Pará possui grandes reservas minerais e o processamento desses minérios incluem no seu fluxograma operacional a destinação do rejeito em barragens. O município de Barcarena, localizado nas proximidades da capital do estado, conta com um complexo industrial-portuário dentre as quais as empresas Hydro-Alunorte e Ímerys são as principais com beneficiamento de bauxita e caulim, respectivamente (FAPESPA, 2017).

Acidentes recentes envolvendo o vazamento da barragem de rejeito de bauxita da Hydro-Alunorte através de uma tubulação clandestina indicaram contaminação dos recursos hídricos com os índices de sódio, nitrato e alumínio e pH alterados (G1, 2018). Com relação a barragem de caulim, o principal acidente ocorreu no dia 11 de junho de 2007, com o vazamento da bacia de rejeitos Nº. 3 (B3), que causou derramamento de grande quantidade de rejeitos de caulim nos igarapés Curuperé e Dendê, chegando até o rio Pará. A B3 apresentou um contínuo processo de infiltração e vindo a ter fissuras na barragem, vazando 450 mil m<sup>3</sup> de caulim para a área próxima (O LIBERAL, 2007). A mesma é classificada de baixo risco, porém de alto dano potencial associado (ANA, 2018). Desse modo uma das principais consequências causadas pelo vazamento desses rejeitos foi a poluição hídrica em um curso d'água nas proximidades da fábrica, que ficaram impróprios para uso doméstico evidenciando a vulnerabilidade das comunidades locais

(NASCIMENTO, 2012). Apresentando esses fatos, e dada a proximidade barragem com áreas urbanas e ribeirinhas ocupadas, este estudo visa realizar uma análise da vulnerabilidade e da percepção de risco dessa população potencialmente atingida caso eventos de quebra de barragem venham a ocorrer nas barragens de caulim no município de Barcarena - PA.

## **2. JUSTIFICATIVA**

Diante do histórico de acidentes com barragem do município de Barcarena este trabalho propõem o estudo sobre as áreas adjacentes à Bacia B3, pertencentes a empresa Ímerys Rio Capim Caulim S/A, que processa caulim no município de Barcarena – PA, considerada uma barragem de alto dano potencial associado e baixo risco pela ANA (Agência Nacional de Águas). A B3 já causou prejuízos ao meio ambiente, a população urbana de Barcarena como um todo e em particular ao modo de vida dos ribeirinhos que utilizam os recursos hídricos superficiais e subterrâneos locais. Desse modo avaliar os impactos causados pelo um eventual acidente com a quebra de barragem nas áreas urbanas a jusante das barragens com uma análise da vulnerabilidade e da percepção de risco faz parte do processo de gestão de desastres.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O principal objetivo deste trabalho é avaliar a vulnerabilidade e a percepção de risco dos locais potencialmente atingidos em um cenário de ruptura da barragem de rejeito de caulim em Barcarena (B3) considerando o cenário de ruptura do Plano de Ação e Emergência existente.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar a cronologia dos acidentes com barragem da Ímerys em Barcarena;
- Analisar a vulnerabilidade das comunidades das possíveis áreas atingidas em caso de ruptura barragem B3 em Barcarena;
- Analisar a percepção de risco das comunidades das áreas atingidas em caso de ruptura barragem B3 em Barcarena;
- Criar um plano emergencial para ser aplicado pela defesa civil municipal frente a um desastre ambiental nas áreas atingidas em caso de acidente na barragem B3 em Barcarena.

## **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 LEGISLAÇÃO PERTINENTE**

Com o objetivo de embasar a questão sobre segurança de barragens no Brasil, foi sancionada em 2010, a Lei nº 12.334 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), destinada à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais. Esta lei cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Este sistema tem como objetivo o registro informatizado das condições de segurança de barragens em todo o território nacional e compreende um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de suas informações, devendo contemplar barragens em construção, em operação e desativadas.

A Agência Nacional de Águas (ANA) é o órgão responsável por organizar, implantar e gerir o SNISB. Sendo regido pela Resolução nº 144, de 10 de julho de 2012, que: “estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens”. O Artigo nº 16 do mesmo dispositivo legal dispõe que “o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) tem o objetivo de coletar, armazenar, tratar, gerir e disponibilizar para a sociedade as informações relacionadas à segurança de barragens em todo o território nacional”.

No que consiste a regulamentação da PNSB, os principais documentos existentes até o momento, além do dispositivo acima citado, são a Resolução Conselho Nacional de Recursos Hídricos, CNRH nº 143/12, que estabelece que as barragens são classificadas quanto a dois quesitos principais, a Categoria de Risco (CR) e o Dano Potencial Associado (DPA). Na Resolução citada, estão as tabelas que quantificam a nota de cada parâmetro a ser observado e com base no resultado da soma desses valores pode-se enquadrar um barramento com CR e DPA Baixo, Médio ou Alto.

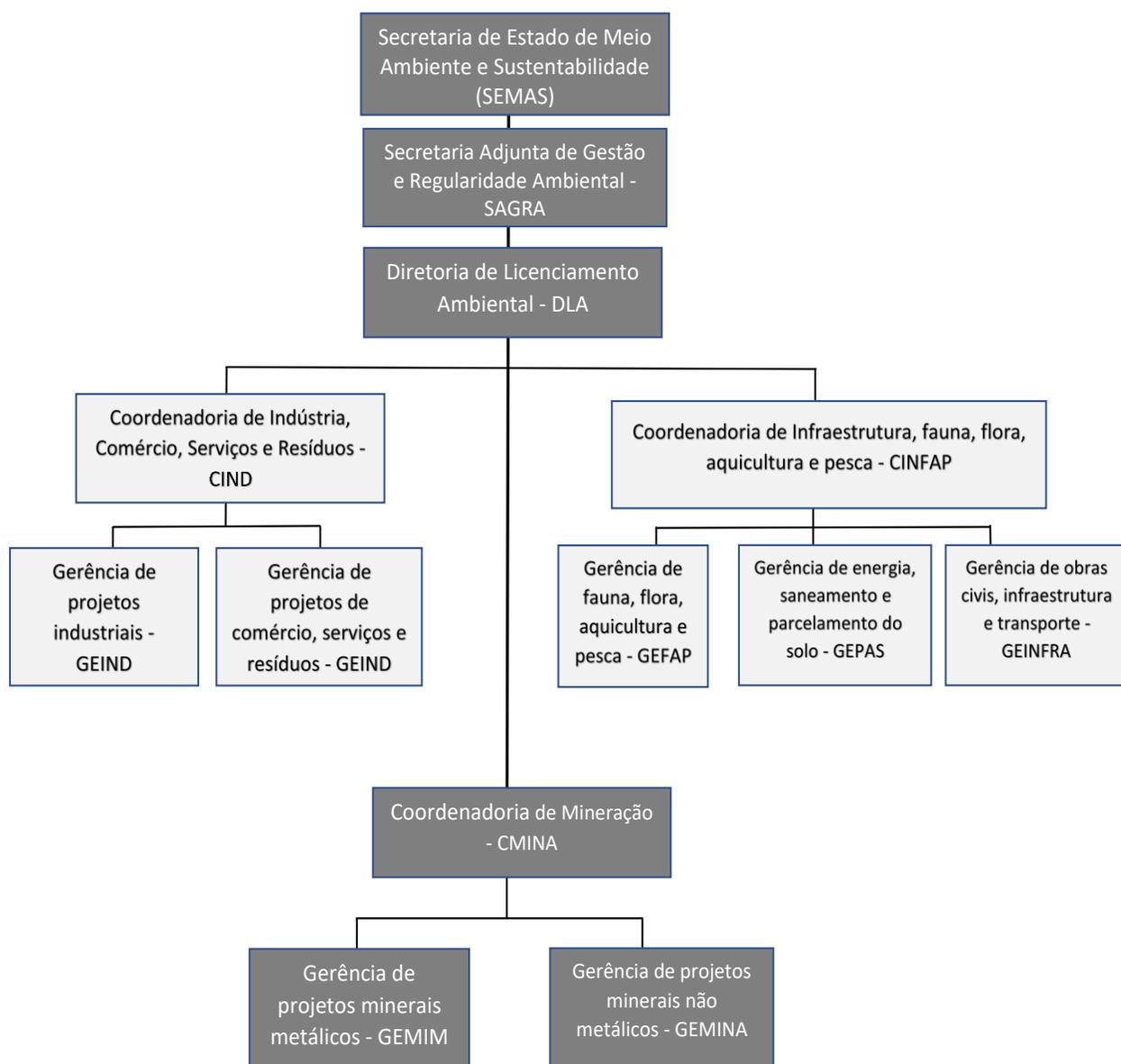
A resolução nº 742/11 da ANA utiliza a CR e o DPA para determinar periodicidades das inspeções, podendo ser estabelecidos em semestral, anual e bianual em função dos resultados das avaliações de risco. Esta agência publicou também a Resolução nº 91, de 02 de abril de 2012 que trata do Plano de Segurança da Barragem (PSB), previsto na lei federal que contém as diretrizes

que devem ser seguidas pelo empreendedor para gerenciar o risco de acidentes. Esta Resolução define a periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do PSB e da revisão periódica de segurança da barragem.

As medidas em casos de emergência visam fornecer uma maior segurança ao vale a jusante da barragem e, para isso, é necessário que se tenha conhecimento da área afetada resultante da ruptura do barramento, definindo pela extensão da onda de cheia, assim como pelo seu tempo de chegada, vazões de pico e velocidades de escoamento (WILLINGHOEFER, 2015). Para que se obtenha estas informações, são utilizados modelos matemáticos que permitem simular a ruptura da barragem, o que torna possível avaliar a propagação da onda de cheia e seus efeitos nas regiões adjacentes (VERÓL, 2010). Esta simulação, aliada à classificação da área diretamente afetada quanto ao uso e ocupação do solo, possibilita avaliar o risco ao qual o vale está submetido no caso do rompimento da barragem.

Os projetos minerais existentes no estado do Pará apresentam grande importância socioeconômica, devido ao potencial dessa riqueza natural do solo paraense. Hoje, grande parte dos projetos licenciados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS) são referentes à mineração, onde o município de Barcarena é inserido no ciclo da mineração a partir do beneficiamento primário de minérios como a bauxita e o caulim (SEMAS, 2018). Os projetos de mineração devem passar por um processo de licenciamento ambiental junto a SEMAS o qual segue o seguinte fluxograma (Figura 1).

Figura 1- Fluxograma para o licenciamento ambiental SEMAS.



Fonte: (SEMAS, 2018).

## 4.2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Neste trabalho foram utilizados os conceitos de risco, vulnerabilidade e percepção de risco. Podemos entender o risco como sendo: a probabilidade de ocorrência de processos no tempo e no espaço, não constantes e não-determinados, e à maneira como estes processos afetam (direta ou indiretamente) a vida humana (CASTRO *et al.*, 2005). Egler (1996) separa o risco em natural, risco tecnológico e risco social. O risco tecnológico refere-se ao potencial de ocorrência de eventos danosos à vida em curto ou longo prazo associados a acidentes que possam ocorrer em ambiente construído pelo homem.

Convencionalmente, o risco é expresso pela fórmula: **Risco = Ameaça x Vulnerabilidade** (UNDP, 2004). De modo geral, essa fórmula apresenta o risco de desastre como uma relação entre ameaças e vulnerabilidades. Assim, a gestão dos riscos para minimizar os impactos dos desastres depende de ações a serem desenvolvidas dentro dessa relação (SEDEC, 2012).

Sendo uma relação entre ameaças e vulnerabilidades, os riscos não são objetos, tampouco fixos ou estáveis, mas processos que se modificam com o tempo, com ou sem uma intervenção direta sobre eles. Assim, são processos que dependem, também, do sistema sociocultural e técnico, que determinam o que é exatamente risco (EGLER, 1996). O risco também é uma construção social, decorrendo de saberes, conhecimentos, sistemas de crença, modos de percepção de determinado contexto social (SEDEC, 2012).

A vulnerabilidade poder ser entendida como “a condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, define os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos previstos” (CASTRO, 1999). A Estratégia Internacional para Redução de Desastres da Organização das Nações Unidas (EIRD/ONU) define a vulnerabilidade como as condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade e exposição de uma comunidade ao impacto de ameaças (EIRD, 2004). Portanto, ser vulnerável é estar fisicamente sensível a uma ameaça/perigo. A EIRD/ONU evidencia que a vulnerabilidade é uma condição relacionada a diferentes processos e fatores físicos, socioeconômica, ambientais. Cutter *et al.*, (2003) indica que

a vulnerabilidade está vinculada a alguns aspectos socioeconômicos bem como à grupos de pessoas mais vulneráveis, dentre eles, as crianças, idosos e portadores de necessidades especiais.

Diante do exposto, Oliveira (2018) apud Kamath (2015) afirma que um terço das mortes são crianças, podendo até mesmo chegar à metade, que ocorrem em desastres, se dá devido a estas serem mais suscetíveis a serem feridas e terem maior dificuldades de conseguir ajuda ou cuidados a saúde.

Já para os idosos, a vulnerabilidade advém principalmente em decorrência do processo de envelhecimento natural, onde ocorrem declínios das capacidades funcionais, onde tornam-se reduzidas a percepção de risco, estado de alerta, atenção e mobilidade, aumentando assim a vulnerabilidade do indivíduo. (LACAS, 2012). Além disso, os portadores de necessidades especiais também podem apresentar capacidades funcionais ou cognitivas reduzidas os tornando também mais vulneráveis em ocorrências de desastres (OPAS, 2018).

A percepção de risco pode ser definida como “o processo de coletar, selecionar e interpretar sinais relativos a impactos incertos de eventos, atividades e tecnologias” (WACHINGER; RENN, 2010). Podendo assim ser considerado como um processo complexo, dinâmico com influência em diversos fatores que interferem na forma de pensar das pessoas sobre a seriedade e aceitabilidade dos riscos, os quais podem ser: conhecimento, experiência, atitudes e sentimentos, etc. (WACHINGER; RENN, 2010). Desta forma, podemos dizer que a percepção humana sobre riscos está sujeita a diversas variáveis, sendo a análise do contexto e seus condicionantes fator fundamental para a sua compreensão. Esta análise contribui para um planejamento de ações que sejam mais efetivas em seus resultados na gestão de riscos.

A informação sobre o risco é um importante fator para o aumento da preocupação das pessoas em adoção de medidas adaptativas e preventivas para o seu comportamento futuro. Porém, essa discussão envolve bem mais do que informações, sendo incluídos outros temas onde podemos considerar: poder, controle social, inclusão e valores pessoais (SEDEC, 2012). A percepção de risco é um elemento fundamental na gestão de riscos, pois há um facilitador para a realização de atividades preventivas quando uma coletividade passa a perceber a sua situação (BONZO *et al.*, 2001). Assim sendo, quando uma população tem conhecimento de seus riscos, ela passa a ter mais

esclarecimento sobre a necessidade de se proteger, tendo, portanto, um caminho para a colaboração em ações de prevenção e proteção.

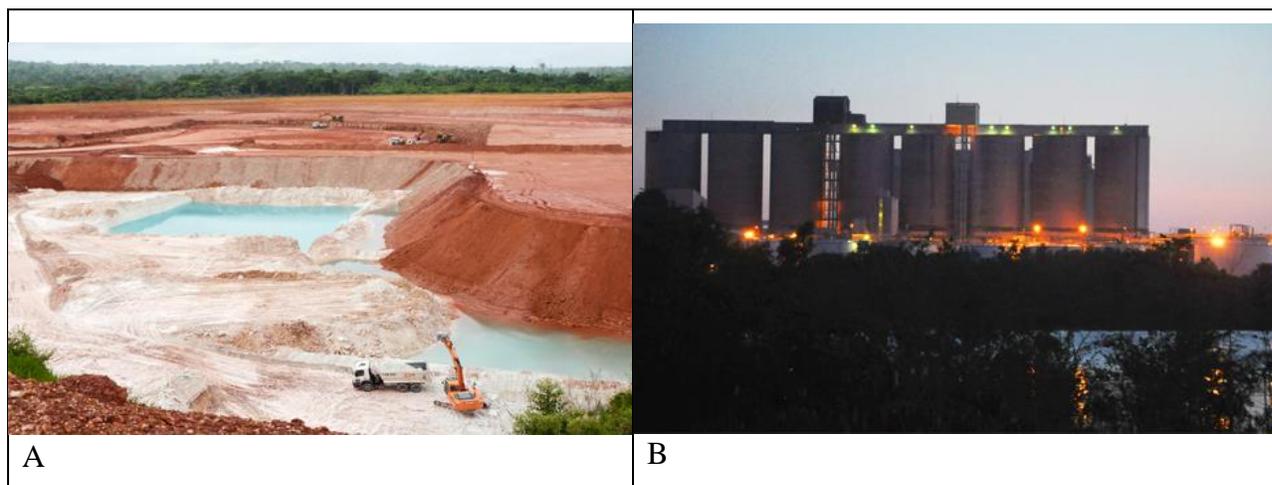
#### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DO CAULIM

O caulim ou caulinita é um minério composto de silicatos hidratados de alumínio, de cor branca que ocorre de forma abundante na crosta terrestre (MME, 2009). A principal característica e que define a qualidade do caulim está relacionada ao grau de alvura, o que permite sua utilização na fabricação de papel, indústria de maior aplicação desse minério. Além de papéis, o caulim também tem sua aplicação na indústria de tintas, cerâmicas, cimentos, cosméticos, plásticos, pesticidas, rações, produtos alimentícios, farmacêuticos, fertilizantes, entre outros (SEDEME, 2016).

O estado do Pará é o maior produtor de caulim do Brasil, responsável por 72% da produção brasileira, 16,7% da reserva nacional distribuídas em duas minas de grande porte localizados no município de Ipixuna do Pará, e uma de médio porte no município de Aurora do Pará (SEDEME, 2016.) As minas que pertencem as empresas Ímerys Rio Capim Caulim– IRCC e Pará Pigmentos S.A. – PPSA estão localizadas em Ipixuna do Pará e são estratégicas para a cadeia produtiva caulim no estado. A IRCC, opera no Estado do Pará, com uma mina e uma instalação de pré-beneficiamento na região do Rio Capim, e uma planta de beneficiamento e um terminal privativo em Barcarena.

A empresa Ímerys é de origem francesa e iniciou sua operação no Estado Pará em 1996, em 2010 adquiriu a Pará Pigmentos S.A. (PPSA), que pertencia ao Grupo Vale (Figura 2 A e B). Com sua estrutura duplicada, a mineradora passou a ter a maior planta de beneficiamento de caulim do mundo e 71% de participação na produção de caulim no Brasil (ÍMERYYS, 2018).

Figura 2– Área da cava da Mina RCC em Ipixuna do Pará (A) e instalações do Porto privado da Ímerys em Barcarena (B)



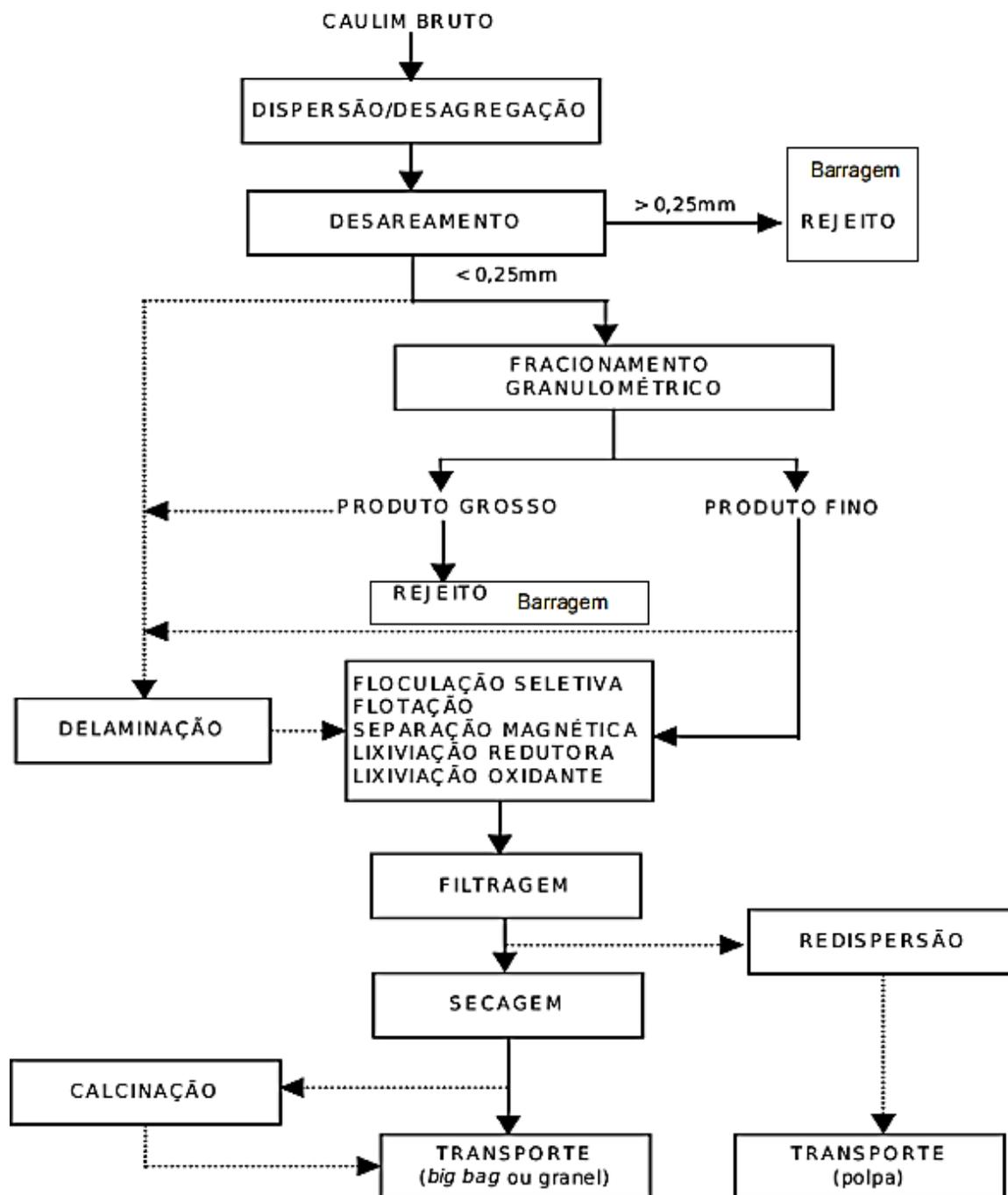
Fonte: Ímerys (2018)

O caulim, lavrado nas minas do Pará, passa por diversas etapas de beneficiamento que incluem especialmente desareamento e branqueamento (Figura 3). Essas etapas eliminam a areia e impurezas contidas no minério bruto, como o óxido de ferro, até atingir o limite técnico e economicamente viável. O produto é exportado em forma de pó, *lump*<sup>1</sup>, granulado e polpa e a principal aplicação do caulim é na produção de papeis, mas também vem se destacando em outros setores industriais (CETEM, 2005).

---

<sup>1</sup>**Lump:** Espécie de granulados em forma de bastões formados após passar por processo de secagem.

Figura 3 - Diagrama simplificado de beneficiamento do caulim



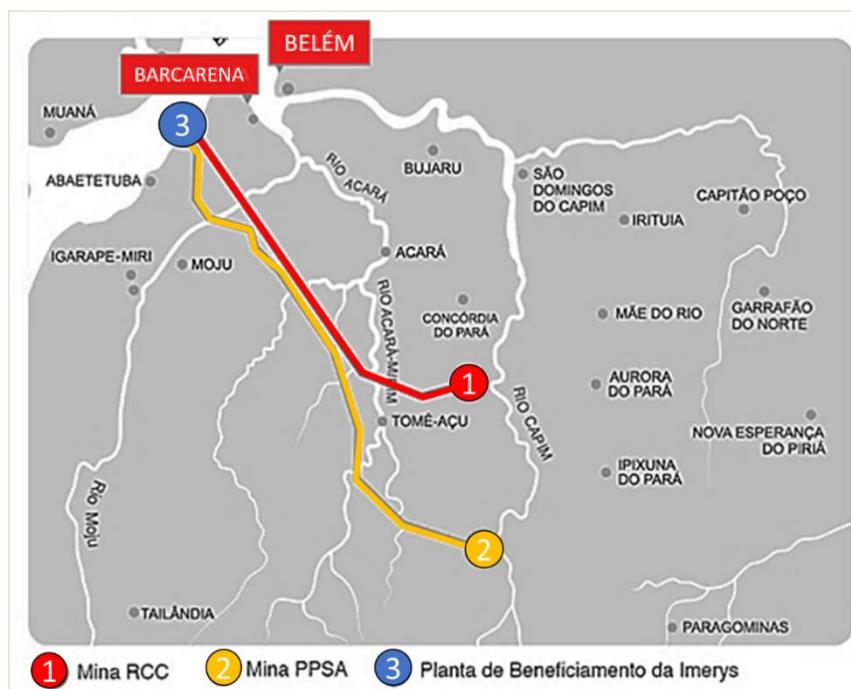
Fonte: adaptado de (CETEM 2005)

O transporte da mina do caulim até a planta de beneficiamento é realizado por dois minerodutos de 160 km e 180km de extensão que sai da mina IRCC e PPSA, respectivamente. Esse percurso passa por Tomé-Açu, Acará, Mojú e Abaetetuba. No percurso, os dutos ainda atravessam os rios Acará Mirim, Acará e Mojú (Figura 4). A capacidade de produção de 1,6 milhões de toneladas por ano (ÍMERYYS, 2018.).

Diante da proximidade de exaustão do mina capim I, em Ipixuna do Pará, a Ímerys desenvolveu a mina Oratório e Bacuri, em decorrência das sucessivas expansões na produção desde 1996. Entretanto, o setor ainda passa por uma crescente elevação dos custos de produção (DNPM, 2016).

As aplicações deste minério são diversas na indústria de tintas, papéis, cosméticos, cerâmicas. Considera que o amplo campo de aplicação industrial do caulim deve-se às suas características tecnológicas de ser: branco, quimicamente inerte e de grande intervalo de pH, fácil dispersão, baixa condutividade térmica e elétrica, pouca abrasividade, fácil dispersão e possuir capacidade de cobertura quando usado como pigmento e como reforçador para aplicações como carga (CETEM, 2005).

Figura 4 - Mapa de localização das Minas e Planta de beneficiamento da Ímerys.



Fonte: Ímerys (2018)

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 - ÁREA DE ESTUDO

O município de Barcarena, no estado do Pará, está situado na latitude 1°31'08"S e longitude 48°37'01"W, possui 1.310,330 km<sup>2</sup> e 99.859 habitantes (IBGE, 2010). O município está dividido nas seguintes regiões administrativas: Distrito de Murucupi, Estradas e Região das Ilhas, Sede de Barcarena e Vila do Conde (BARCARENA, 2006).

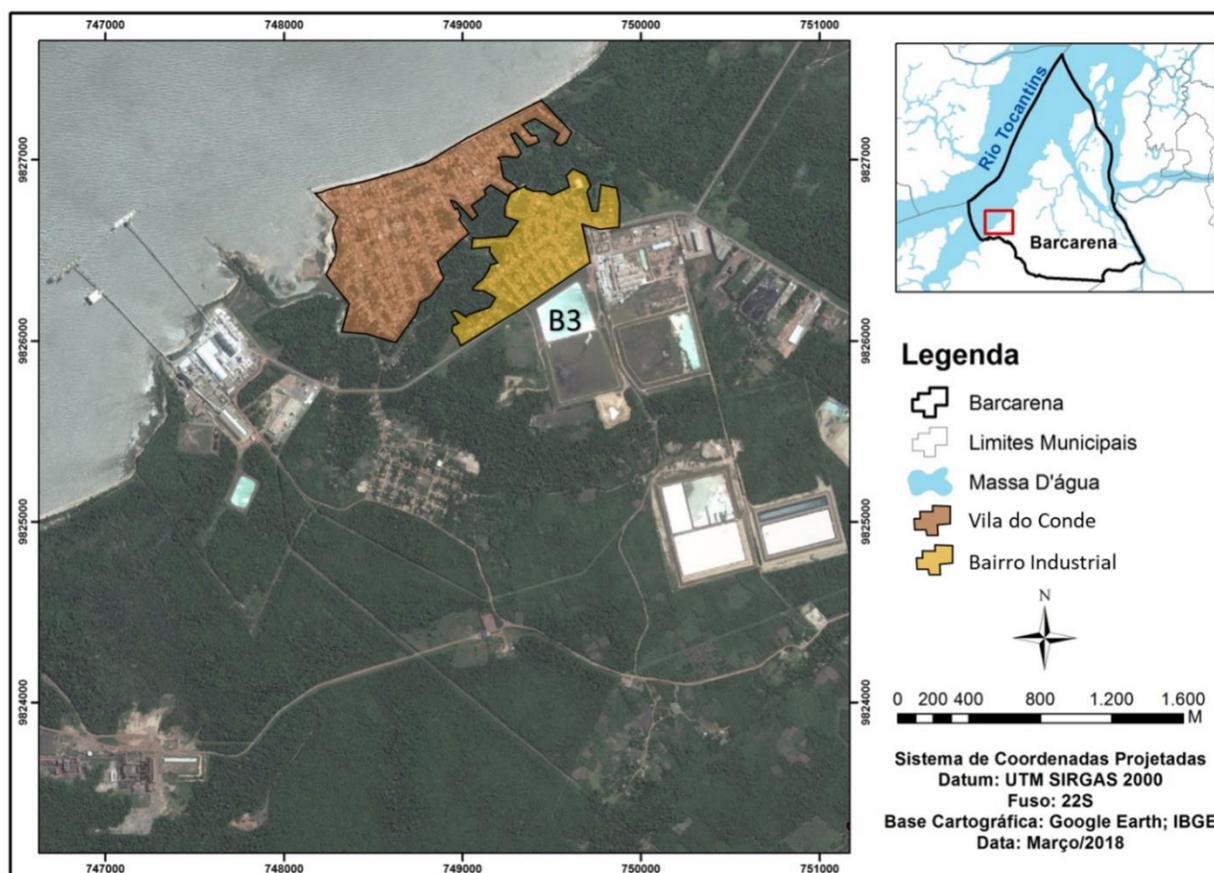
Barcarena vivenciou sua maior transformação econômica com a implantação de projetos de beneficiamento de minérios: da bauxita (matéria prima do alumínio) e do caulim em seu território (BARROS, 2009), e pelas atividades portuárias. A instalação de empresas de transformação mineral em Vila do Conde (décadas de 1980 e 1990) ocasionou um o crescimento populacional de forma acelerada, devido a atrativos e empregabilidade de mão de obra, os quais vêm causando problemas socioambientais, interferindo diretamente na relação entre as populações e os recursos naturais existentes na região (SILVA; BORDALO, 2010).

Segundo informações do censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 1970, 79,12% da população economicamente ativa estava ligada à atividade agropecuária, ao extrativismo vegetal e à pesca, concentrando a economia do município no meio rural, onde também estava assentada a maior parte da população. Em 2005, o perfil mudou para um perfil industrial, sediando empresas como a Alumínio Brasileiro S.A (Albrás), principal empresa produtora de alumínio do Brasil; Alumina Norte Brasil S/A (Alunorte), principal empresa do setor de alumina; Pará Pigmentos (PPSA); Ímerys Rio Capim Caulim (IRCC) (BARROS, 2009); e grupo Alubar.

Na área da Ímerys há cinco bacias de rejeitos para o processo de beneficiamento do caulim. Todas possuem um revestimento especial (geomembrana) impermeável de alta densidade usada na parte interna das bacias de contenção, que isola e protege o solo, prevenindo eventuais infiltrações. E o revestimento externo possui uma cobertura com manta de fibra de coco, com cobertura vegetal, com a função de estabilizar o terreno, evitar erosões e o proteger do calor (ÍMERYS, 2017). A bacia de rejeito B3 é utilizada na disposição de efluentes gerados na filtragem do processo de beneficiamento, onde esses efluentes passam por procedimentos visando a

clarificação e controle de pH, apresentando assim uma lâmina d'água constante. O seu extravasamento é feito por bombeamento, tendo um volume de  $721.515\text{m}^3$  (ÍMERYYS, 2018). De acordo com o Plano de Segurança de Barragens (PSB) da Ímerys, as características técnicas incluem na crista uma elevação de 22m e taludes a montante de até 16m (ÍMERIS, 2016). A área de estudo corresponde ao Bairro Industrial e a Vila do Conde que se encontram nas proximidades da bacia de rejeito B3 da empresa Ímerys (Figura 5).

Figura 5- Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: O autor (Imagem base do Google Earth Pro, 2018).

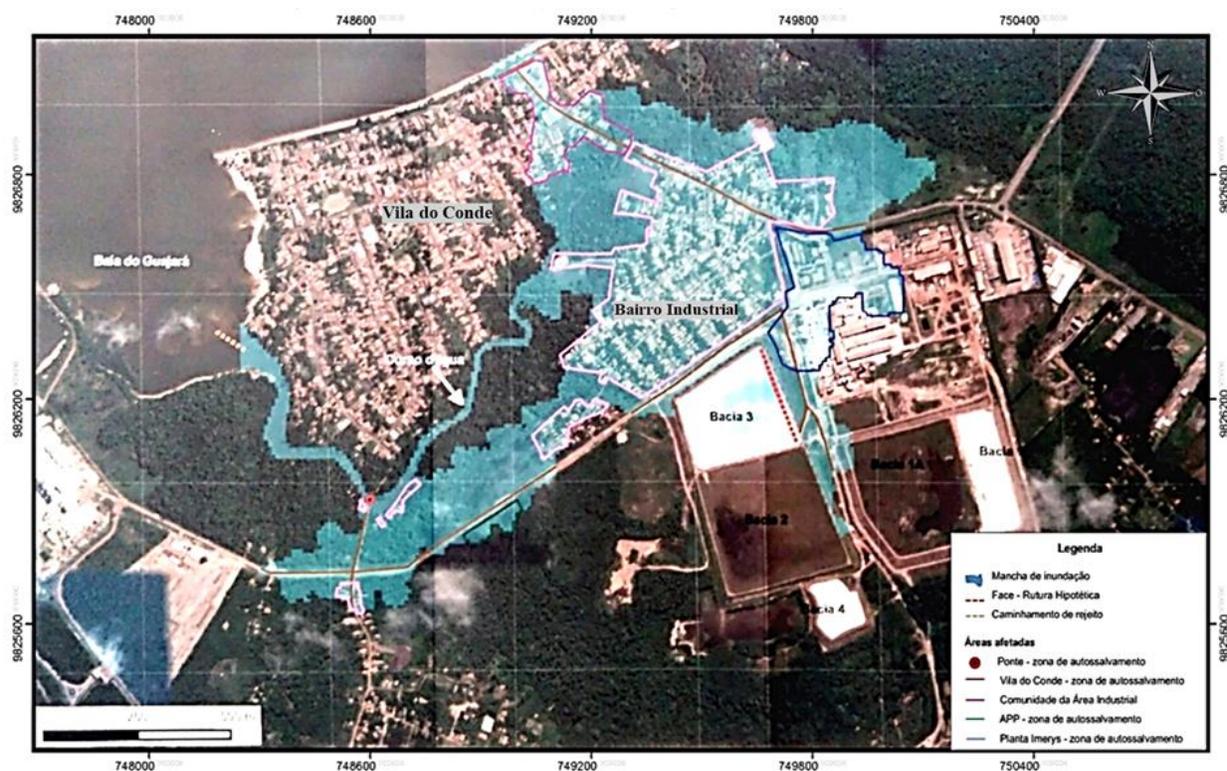
## 5.2 MÉTODOS

A metodologia inclui pesquisa bibliográfica, atividades de campo e análise estatística. A pesquisa bibliográfica incluiu a caracterização da área de estudo e do processo produtivo do caulim a partir de artigos e órgãos oficiais do governo, o levantamento de informações pretéritas

sobre acidentes com vazamento da barragem de rejeito de caulim em Barcarena. Os dados meteorológicos foram analisados a partir de do proposto por Lemos (2018) sendo feito um comparativo com o histórico de acidentes com caulim na região e levantamento da legislação pertinente.

As atividades de campo ocorreram nos bairros Industrial e Vila do Conde com base na simulação do rompimento hipotético da barragem, realizado pela Ímerys, onde é possível identificar as áreas possivelmente atingidas pela onda de cheia resultante em condições extremas (Figura 6). A simulação do rompimento da Bacia B3 aponta que as áreas em até 2,8km são afetadas, caso haja, valores de vazão de pico de 251m<sup>3</sup>/s, havendo *overtopping*<sup>2</sup> (ÍMERYYS, 2016).

Figura 6 - Simulação das áreas afetadas por rompimento da Bacia B3 realizado pela Ímerys.



Fonte: Ímerys - Plano de Segurança de Barragens, 2016.

<sup>2</sup> Overtopping: Passagem de água por cima do corpo da barragem causando transbordamento.

Foram realizadas 143 entrevistas, em maio de 2018, aplicadas pelo pesquisador, em um universo de 2.871 domicílios existentes nos dois bairros de acordo com o Censo 2010 (IBGE, 2010), para qual foi verificada uma confiabilidade de 90% com margem de erro de 6,5 %. O cálculo da amostra foi realizado de acordo com o tamanho da população fórmula (1).

$$\text{Tamanho da Amostra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left( \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

Fórmula (1)

Onde: N = tamanho da população; e = margem de erro; z = escore z

Fonte: Levin (1987)

Os pontos das entrevistas foram distribuídos de forma a abranger uma maior dispersão dentro da área de estudos (Figura 7). No Bairro Industrial foram realizadas 73 entrevistas, e na Vila do Conde, foram realizadas 70 entrevistas. O questionário foi dividido em perfil socioeconômico/vulnerabilidade e percepção de risco totalizando em 20 itens, no qual há um termo de consentimento informando para fins que se destina a pesquisa (APÊNDICE A). São 10 itens referentes aos aspectos socioeconômicos e 10 perguntas voltadas para a percepção de risco.

Para caracterizar a vulnerabilidade foi levado em consideração, o gênero, a renda mensal, a escolaridade, o tempo de residência no local, o número de pessoas na residência, a localização e a condição da residência baseado nas variáveis de vulnerabilidade já utilizadas pelos autores Cutter *et al.*, (2003) e Andrade e Szlafsztein, (2018). A vulnerabilidade socioeconômica destina-se a entender o perfil das populações vulneráveis (CUTTER, 2011). Adger *et al.*, (2004) e Cutter, (2003; 2010) apontam que fatores como idade, gênero, classe social, escolaridade, renda familiar; emprego formal ou informal; acesso a benefícios federal compõem a análise da vulnerabilidade. Enquanto que a condição estrutural da residência indica a suscetibilidade dos mesmos sofrerem o impacto decorrente a risco de desastres (WILCHES-CHAUX, 1986).

A percepção de risco pode contribuir em um planejamento de ações que sejam mais efetivas em seus resultados na gestão. Para tanto, esta análise foi feita a partir da divisão do questionário nas seções de: riscos ambientais, situação de risco, danos pretéritos, conhecimento sobre risco e ação tomada. Esta divisão levou em conta adaptações de Andrade e Szlafsztein (2015; 2018). A primeira pergunta “você acha, sente ou percebe que há riscos no lugar onde mora, quais? E qual a causa?” foi feita no intuito de deixar o entrevistado a vontade pra apontar riscos diversos. As questões relacionando risco às barragens especificamente foram inseridas posteriormente. Foi possibilitado aos entrevistados fornecer mais de uma resposta por item do questionário, ou ainda podendo citar respostas que não estavam elencadas nos itens apresentados, sendo os resultados posteriormente agrupados em categorias de análise, assim, frequentemente são apresentados resultados superiores a 100%, quando relacionados ao total da amostra, como exemplo questões sobre tipos de impactos ocorridos a partir de acidentes pretéritos com a barragem da Imerys (questão 8) (APÊNDICE A). As questões sobre perdas (questão 5) e sobre sugestões para prevenir situações de risco (questão 10) foram apresentadas nos resultados a partir de categorias escolhidas pelo autor após a finalização de obtenção dos dados. Esses dados foram analisados em gráficos gerados no programa Libre Office-Calc 6 e para a produção dos mapas foi utilizado o programa Q-Gis 3.

Como produto gerado foi um Plano Emergencial para rompimento de barragens e vazamentos de rejeitos de caulim no município de Barcarena-PA. Este produto tem a finalidade de padronizar procedimentos operacionais diante de acidentes com barragens rejeitos de caulim e foi produzido partir dos resultados desta dissertação de mestrado. Seu conteúdo foi organizado a partir de um resumo histórico de acidentes com barragens na área, evolução e possibilidade de monitoramento e alerta e operações necessárias. O documento produzido em meio digital é de importância para a sociedade e para a Defesa Civil no município de Barcarena.

Figura 7 - Mapa de localização de aplicação de questionários.



Fonte: O autor (Imagem base do Google Earth Pro, 2018).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. LINHA DO TEMPO DOS EVENTOS

Desde a sua implantação até os dias atuais da indústria mineral em Barcarena, vem vários acontecimentos decorrentes do processo produtivo do beneficiamento do caulim foram registrados, sendo registrados um total de nove (9) acidentes, eventos esses que tiveram implicações ambientais, sociais e econômicas para as populações locais. Segue abaixo a linha do tempo com os principais eventos ocorridos a partir da implantação indústria mineral no município (Figura 8).

A Pará Pigmentos SA (PPSA) inicia a lavra do caulim no município de Ipixuna do Pará e passa a ser transportado por mineroduto até as instalações em Barcarena que utilizam barragem em parte do processo (ÍMERYYS, 2018). A partir de 2004 acontecem sucessivos problemas relacionados com contaminação dos recursos hídricos por caulim, seja por vazamentos na bacia de rejeito ou por rompimento no mineroduto que liga a mina em Ipixuna do Pará ao distrito industrial em Barcarena (CPC RENATO CHAVES, 2017).

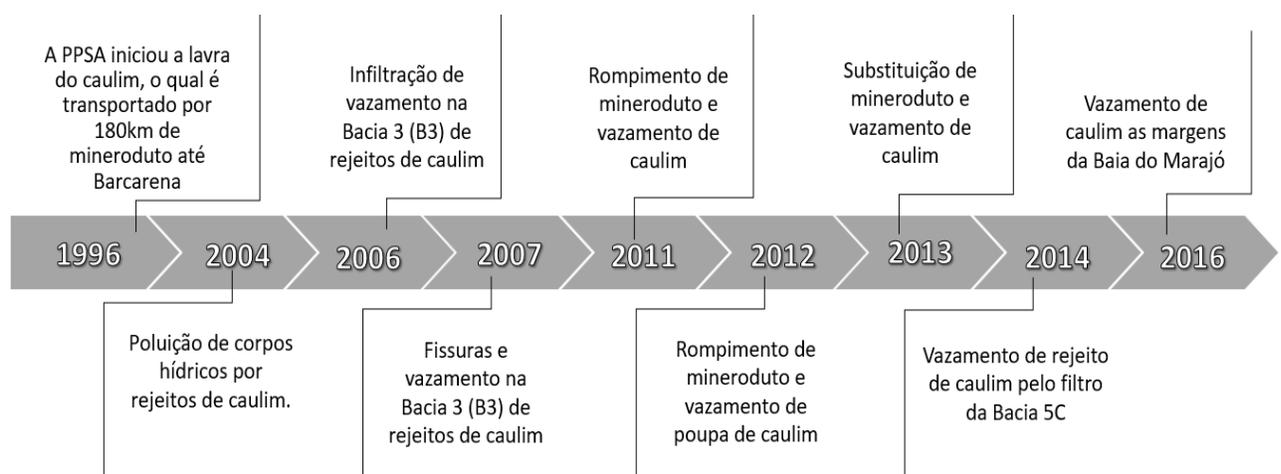
O principal acidente ocorreu no dia 11 de junho de 2007, após o vazamento na bacia de rejeitos B3, que causou derramamento de grande quantidade de rejeitos de caulim nos igarapés Curuperé e Dendê, atingindo também o rio Pará (CPC RENATO CHAVES, 2017). Este foi um acidente de grandes proporções, ocasionado pelo aumento da capacidade produtiva inicial da fábrica, que era de 300 mil toneladas e foi expandida para mais de um milhão de toneladas, passando a ser a maior beneficiadora de caulim do mundo. No entanto, umas preparações adequadas dos locais de destinação dos rejeitos industriais não acompanharam esse crescimento da produção, nem na área física escavada no solo para receber essa massa líquida, como também nos métodos de tratamento (CPC RENATO CHAVES, 2017).

A B3 apresentou um contínuo processo de infiltração através de fissuras, vazando 450 mil metros cúbicos de caulim para a área próxima, ocorrendo o maior acidente industrial com impacto ambiental já documentado no Pará até então. Um dos principais problemas causados pelo vazamento desses rejeitos foi a poluição hídrica, pois os cursos d'água naturais sob a influência da fábrica, ficaram impróprios para uso doméstico consumando a vulnerabilidade das comunidades locais (IBAMA, 2008).

Como agravante as áreas de deposição de rejeitos dessa empresa não se mostraram suficientemente impermeáveis, sendo constatada a infiltração de material para a água subterrânea, contaminando os poços que a população do bairro industrial construiu para se abastecer tornando a mesma inviável para consumo humano e de criações de animais devido a contaminação da água (CPC RENATO CHAVES, 2017).

Os problemas relacionados ao mineroduto foram solucionados pela empresa com a sua substituição em 2013, porém em 2016 houve novamente vazamento do caulim afetando a praia da Vila do Conde (G1, 2016a). Com o desencadeamento desses eventos os Ministério Público Federal e Estadual acionaram a justiça pedindo providências para acesso à água potável uma vez que o acesso à água foi prejudicado e contaminado (G1, 2016b). As populações afetadas foram principalmente as que moram no Bairro Industrial e na Vila do Conde que se encontram nas proximidades das instalações da mina. Os órgãos ambientais foram acionados incluído o Centro de Perícia Renato Chaves que conduziu perícia no local (CPC RENATO CHAVES, 2017).

Figura 8 – Linha do tempo com os eventos de acidentes com caulim em Barcarena

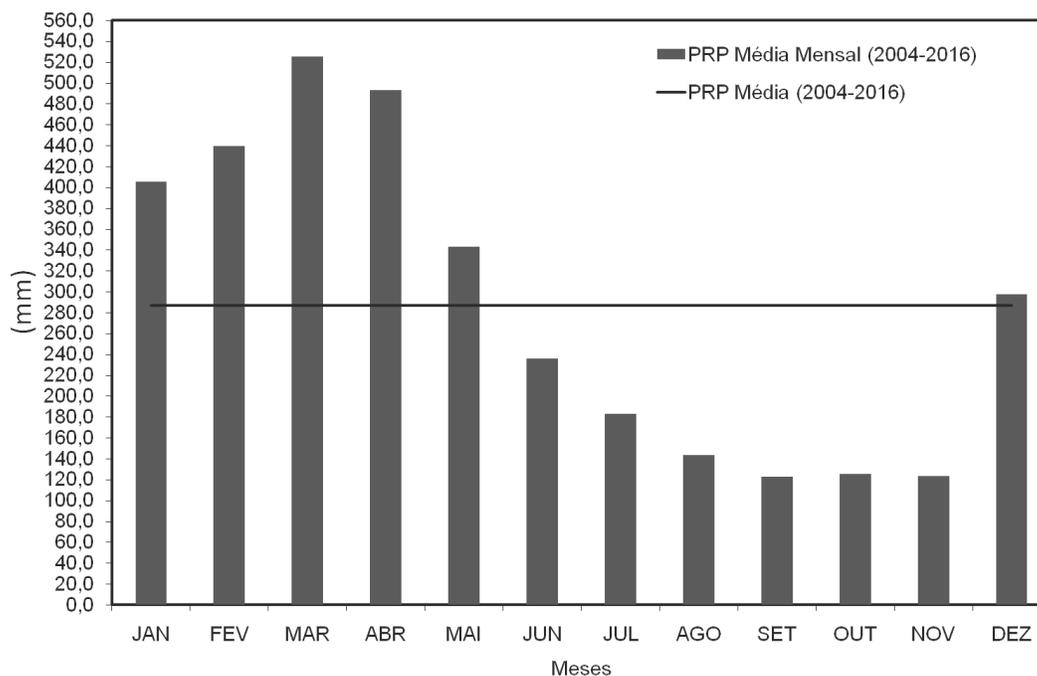


Fonte: Autor, com base nos dados do Centro de Perícias Científicas Renato Chaves (2017)

Comparando o período dos acidentes com as precipitações acumuladas mensais verificamos que a ocorrência dos mesmos foi durante o período menos chuvoso de acordo com

Lemos (2018). Nos meses de dezembro a maio as precipitações estão acima de 280 mm, considerando-se este o período mais chuvoso, enquanto que nos meses de junho a novembro, as precipitações estão entre 100 e 200 mm, sendo este o período menos chuvoso (Figura 9).

Figura 9 - Precipitações Acumuladas Mensais Médias.



Fonte: Lemos (2018).

Quando analisados os acidentes que ocasionaram danos ambientais com a precipitação diária acumulada em 48 horas, em apenas 2 (dois) dois acidentes dos 8 (oito) eventos foi possível correlacionar com altos índices de PRP, os ocorridos em 02/07/2012 e 05/08/2013. Já quando se considera a variação mensal da PRP em junho de 2004, junho de 2007 e maio de 2014, foram registradas as chuvas totais abaixo da média. Entretanto, nos demais eventos ocorridos em agosto de 2006, novembro de 2011, julho de 2012, agosto de 2013 e outubro de 2016, os totais mensais de chuvas foram acima da média mensais registradas (Tabela 1) (Lemos, 2018).

Assim, PRP mensal pode ter tido impacto direto para a ocorrência dos acidentes poluidores, uma vez que as chuvas contínuas aumentam a possibilidade de saturação das bacias de rejeitos e o risco de vazamento, onde segundo a tabela 1, demonstra que nos acidentes registrados

em: 15 de agosto de 2016, 25 de novembro de 2011, 2 de julho de 2012, 5 de agosto de 2013, e 29 de outubro de 2016, houve médias PRP acumuladas no mês superiores a média mensal. fato esse constatado em acidente ambiental com bacia de rejeito industrial relatado pelo IBAMA na cidade de Barcarena - PA (IBAMA, 2009) e (LEMOS, 2018).

Tabela 1 – Precipitação (PRP) total mensal e de dois dias referentes à data de ocorrência dos incidentes e percentual correspondente ao mês.

Meses	PRP Total do Mês	PRP acumulada de 48h de ocorrência de evento.	Data do evento.	% de PRP
JUN/2004	180,1	3,8	27/06/2004	2,1
AGO/2006	236,1	0,4	15/08/2006	0,2
JUN/2007	219,9	7,2	11/06/2007	3,3
NOV/2011	174,6	1,8	25/11/2011	1,0
JUL/2012	313,2	34,1	02/07/2012	10,9
AGO/2013	245,5	48,5	05/08/2013	19,8
MAI/2014	332,9	6,6	06/05/2014	2,0
OUT/2016	173,9	12,2	29/10/2016	7,0

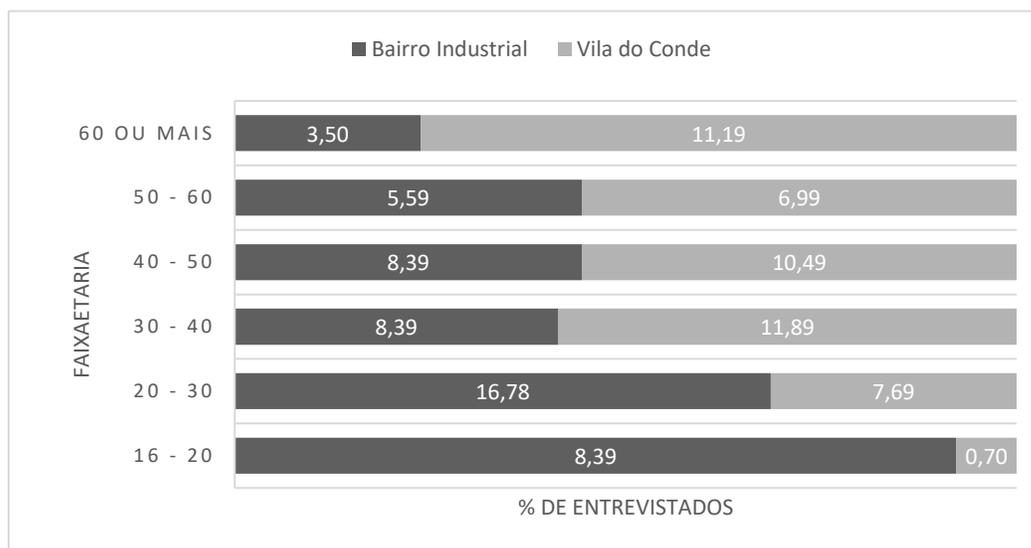
Fonte: (INMET, 2018).

## 6.2. ANÁLISE DA VULNERABILIDADE

Os resultados da vulnerabilidade apresentados foram a análise estatística sobre gênero, escolaridade, tempo de residência, faixa etária dos ocupantes da residência e renda, fatores da população local. Foram entrevistadas 54 (cinquenta e quatro) pessoas do sexo masculino e 89 (oitenta e nove) pessoas do sexo feminino. A média de idade dos entrevistados é de 43 anos, sendo faixa etária com maior número de pessoas é a que está representada entre 20 e 30 anos de idade, com o correspondente a 24,5% dos entrevistados. No bairro industrial a presença de jovens até 30 anos é maior representando 25,17% do total de entrevistados e em Vila do Conde 11,19% corresponde à idosos (Gráfico 1). Dos entrevistados há uma maior presença do sexo feminino em ambos os bairros, representando 62,24%, da totalidade da amostra da pesquisa (Gráfico 2).

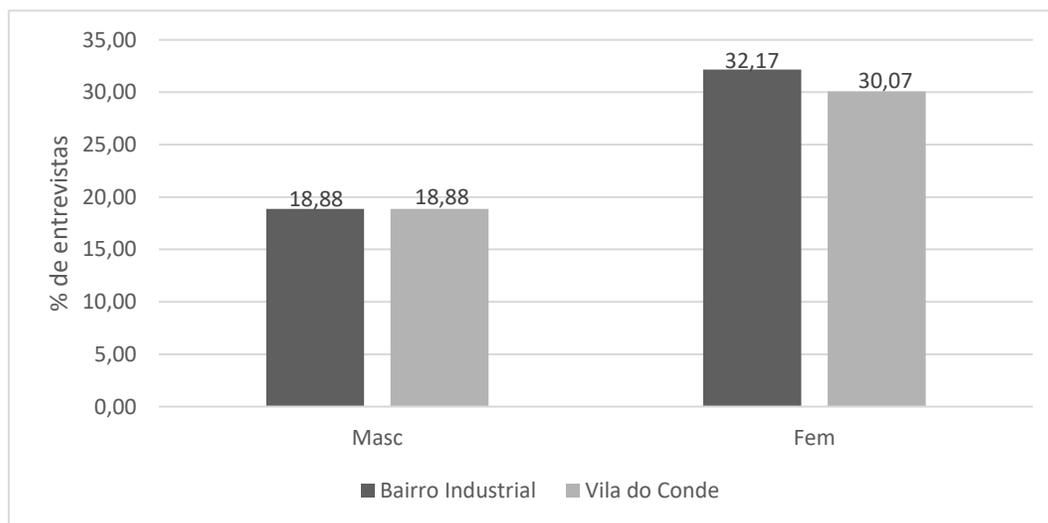
A importância a variável social não é apenas pela exposição aos riscos, mas também a propensão da população para os impactos negativos dos perigos e desastres, capacidade de resiliência (ADGER *et al.* 2004) e (CUTTER 2003; 2010). Assim, a vulnerabilidade social está relacionada com a capacidade de resistência e resiliência das sociedades e territórios com potencialidades de serem afetados por processos perigosos (CUNHA *et al.* 2011).

Gráfico 1- Distribuição populacional por bairro e faixa etária



Fonte: O autor.

Gráfico 2- Distribuição por gênero e bairro.

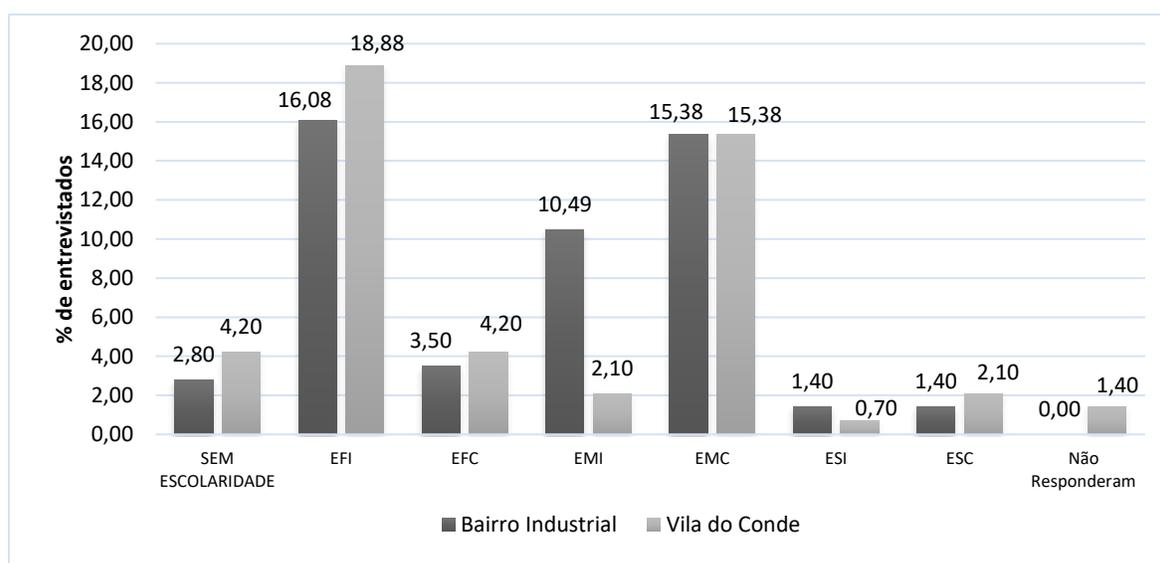


Fonte: O autor.

No que diz respeito a escolaridade, o ensino fundamental incompleto é grau de estudos que apresenta a maior frequência entre os entrevistados, correspondendo a 35%, tendo concentrada aqui a faixa etária acima dos 50 anos de idade corresponde a 51,92% dos que possuem esse nível de escolaridade. Já entre os que possuem o ensino médio completo representam 31% do total da amostra, sendo a maior parte jovens até 30 anos de idade, correspondendo a 37,5% (Gráfico 3). Para Torres (2000) uma escolaridade baixa implica em dificuldades de acesso ao mercado de trabalho e bons empregos, muitas vezes tendo a informalidade como a única opção ou mesmo o sendo esses indivíduos sendo submetidos ao desemprego, apresentando assim baixos salários, o que impossibilita na maioria das vezes de se estabelecerem em locais menos vulneráveis a desastres.

Entre esse grupo de baixa escolaridade (sem escolaridade e fundamental incompleto) é representado em sua maioria por mulheres, sendo 42 entrevistadas repassaram essa informação correspondendo a 29,37% do total dos entrevistados, e quando comparado apenas com as mulheres que participaram da pesquisa chegamos ao percentual de 47,19%. De acordo com Silva e Gama (2018), essa estatística reflete o fato das quais muitas vezes começam a estudar mais tarde ou ainda engravidam cedo tendo que assim abandonar os estudos, sendo observado que entre muitas entrevistadas sendo mais jovens e com uma ou mais crianças.

Gráfico 3- Escolaridade



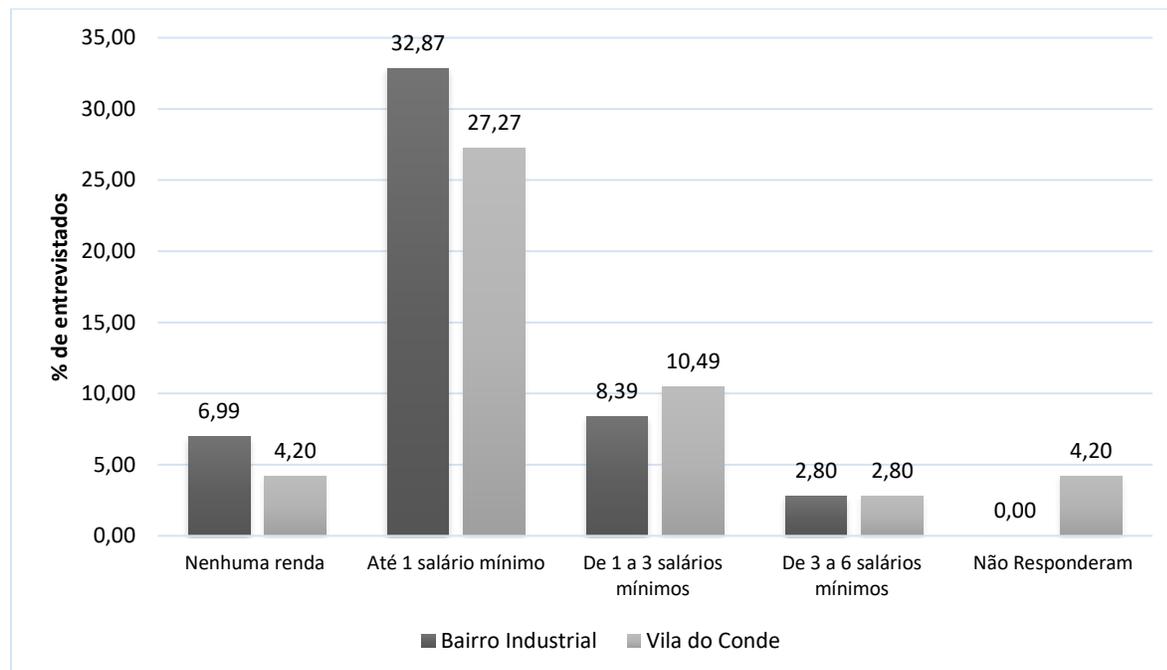
Fonte: O autor.

Em relação aos rendimentos familiares observa-se que a maior parte dos entrevistados, 86, o que corresponde à 60,14% dos moradores, possui renda familiar de até um salário mínimo, e levando em consideração que 11,19% dos entrevistados afirmam não terem qualquer fonte de renda o percentual de famílias com renda até 1 salário mínimo chegaria a 71,33% (Gráfico 4). Entre os entrevistados que informaram possuir renda entre 1 e 3 salários mínimos foi de 27 (vinte e sete) famílias, correspondendo a 18,88% e somente 8 (oito) famílias apresentaram renda superior a três salários mínimos cujo percentual corresponde a 5,59%. Com essa renda, de acordo com os dados levantados, as famílias precisam sustentar uma média de quatro pessoas. Assim, a renda informada de forma predominante na pesquisa é insuficiente para a manutenção adequada de uma família com 4 membros que seria de R\$ 3.960,57 (três mil, novecentos e sessenta reais e cinquenta e sete centavos) em 2018 (DIEESE 2018).

A baixa renda é um fator importante nas questões referentes à exposição dessa população às condições de risco ambiental. Isso porque, as áreas de risco ambiental, muitas vezes, são as únicas acessíveis às populações de baixa renda (TORRES, 2000). Considerando que os diferentes grupos sociais possuem acesso diferenciado a bens de qualidade ambiental, a exposição aos riscos evidencia uma situação de desigualdade ambiental agravada pela desigualdade social. Dessa forma, em regiões pobres, onde a renda da maioria das famílias é de até 1 salário mínimo, a proporção de pessoas vivendo em áreas de risco é bem maior que em regiões de classe média e alta (ALVES, 2007).

Os riscos ambientais são distribuídos desigualmente entre os grupos sociais, pois aqueles grupos com menores rendas tenderiam a estar mais expostos e ter menos condições de tornarem medidas que possam prevenir, ou ainda maior dificuldade em retomar a sua normalidade após um acidente, tendo assim um maior grau de vulnerabilidade (ALVES, 2007). Adicionalmente, quanto maior o número de pessoas por domicílio, maior será a necessidade de partilhar os recursos comuns, como consequências ocorrem dificuldades para assegurar a saúde, nutrição e educação (DIEESE, 2018).

Gráfico 4- Renda familiar



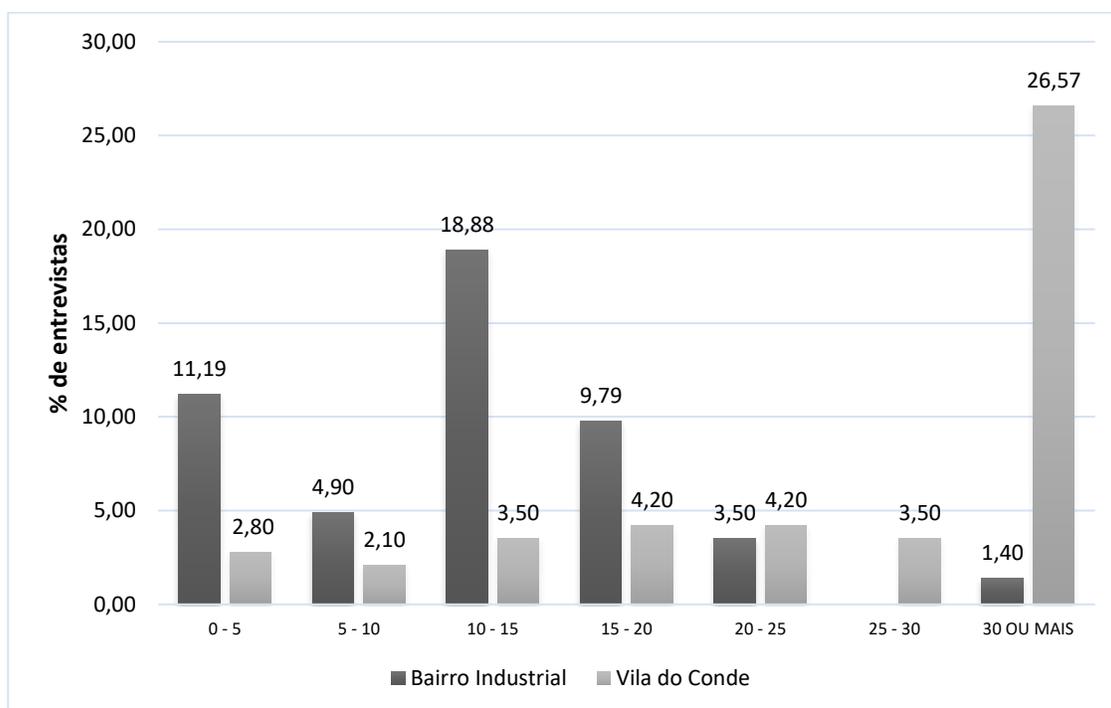
Fonte: O autor.

Com relação ao tempo de moradia da população entrevistada, foi possível verificar que 40 entrevistados (27,97%) já se encontram residindo na área há mais de 30 anos nos seus respectivos bairros e apenas 20 famílias (13,99%) encontram-se na localidade há menos de 5 anos (Gráfico 5). Ribas *et al.* (2010) afirmam que o tempo de residência num dado local é um fator importante que contribui para a formação de identidade da população com o lugar. Esta identificação tem como principais influências a qualidade ambiental frente as necessidades do indivíduo e a transformação dos locais indiferentes em lugares singulares. Estes aspectos podem gerar dificuldades na implementação de políticas públicas as quais possam visar o remanejamento dessa população para outras áreas, visando assim a formulação de propostas centradas nas pessoas que consideram a importância da interação dos sistemas socioculturais e ambientais (PERICO, 2009).

Muitos moradores em Vila do Conde relatam que residem na localidade desde o seu nascimento, e que seus pais e seus avós também residiram ou residem lá. Ou ainda, no caso do bairro Industrial, se estabeleceram no mesmo desde o seu início, na década de 1990, com o início das atividades industriais na região. No entanto, a expansão da urbanização continua,

principalmente no bairro Industrial, que fica mais próximo a barragem desse estudo. Fato bastante relatado pelos entrevistados é que já nasceram no local e acabaram herdando a moradia dos pais, ou até mesmo, ter vindo para a comunidade quando ainda criança.

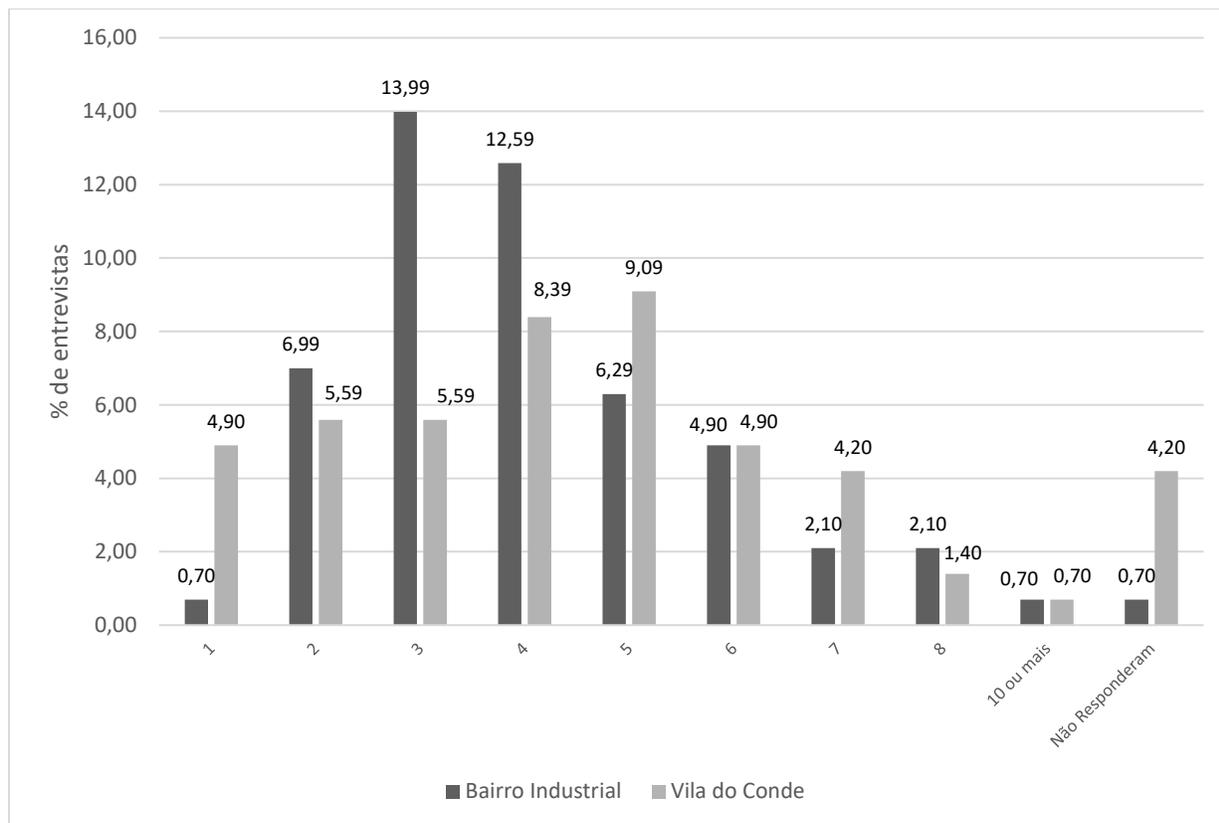
Gráfico 5 - Tempo de residência em anos.



Fonte: O autor.

Os resultados para o número de ocupantes por residência mostraram uma predominância com 3 ou 4 habitantes por moradia, correspondendo a 40,56% das residências visitadas, sendo 4 o número médio de pessoas por habitação (Gráfico 6). No entanto, também foram observados casos de que em uma única residência havia 10 ou mais pessoas coabitando, trazendo assim uma maior vulnerabilidade a essas habitações, tanto pela divisão da renda como pela própria condição em que as pessoas ocupam as acomodações.

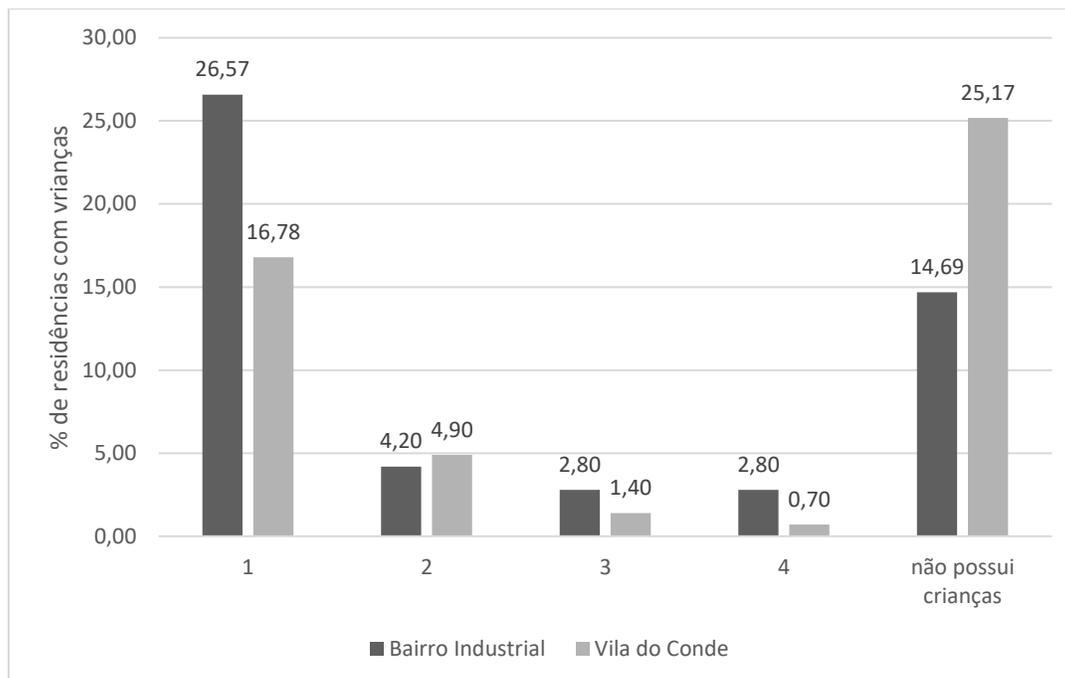
Gráfico 6 - Número de pessoas por residência.



Fonte: O autor.

Com relação ao número de crianças por residência, de modo geral, as residências apresentam um número de moradores entre 3 e 4 pessoas, na sua maior parte composta por 2 adultos e 1 ou 2 crianças (Gráfico 7). Observa-se uma maior concentração de crianças no bairro industrial onde 71,2% das residências deste bairro possuem crianças correspondendo a 36,36% do total de entrevistados e em Vila do Conde temos 52,9% das residências com crianças correspondendo a 23,78% do total de entrevistados, assim temos 60,14% das residências da área de estudo com pelo menos uma criança.

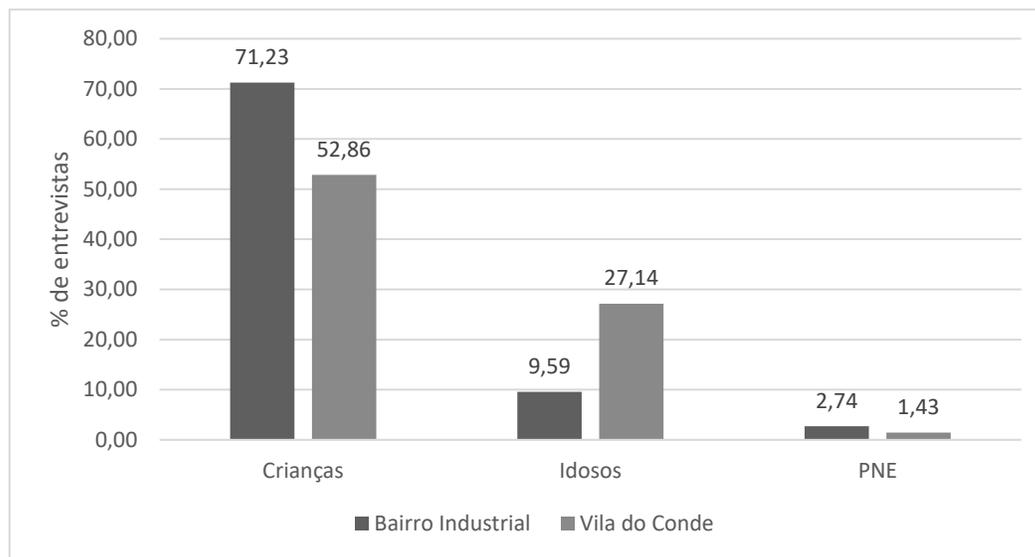
Gráfico 7- Número de crianças por residência.



Fonte: O autor.

Além do elevado número de crianças por residência, as pessoas portadoras de necessidades especiais (PNE) representam 2,74% das entrevistas do bairro Industrial e 1,43% na Vila do Conde (Gráfico 8). Esta estatística representa uma maior preocupação para as autoridades pelo aumento da vulnerabilidade de um grupo que necessita de uma maior atenção do poder público para o atendimento, tal como definido na Lei 12.608, de abril de 2012 e no Glossário de Defesa Civil (1998).

Gráfico 8 - Categorias especiais de vulnerabilidade



Fonte: O autor.

### 6.3 PERCEPÇÃO DE RISCO

Ao analisar a percepção de risco são apresentados os resultados a seguir:

Sobre o seguinte questionamento “Você acha, sente, ou percebe que há riscos no lugar onde mora? Se sim, quais? E qual a causa?” foram enquadrados em “tipos de risco” que envolvem, dentro outros, a segurança, barragem de mineração, poluição ambiental e risco à saúde (Gráfico 9, Tabela 2). Como resposta 15 entrevistados disseram não perceber ou achar que estão expostos a qualquer tipo de risco. No entanto 127 dos entrevistados, o que corresponde a 88,81%, afirmam que estão vivendo sob algum tipo de risco, e destes 23% apontam problemas com barragens no bairro Industrial e 6% na Vila do Conde.

Tabela 2 - Tipos de riscos relatados pelos entrevistados.

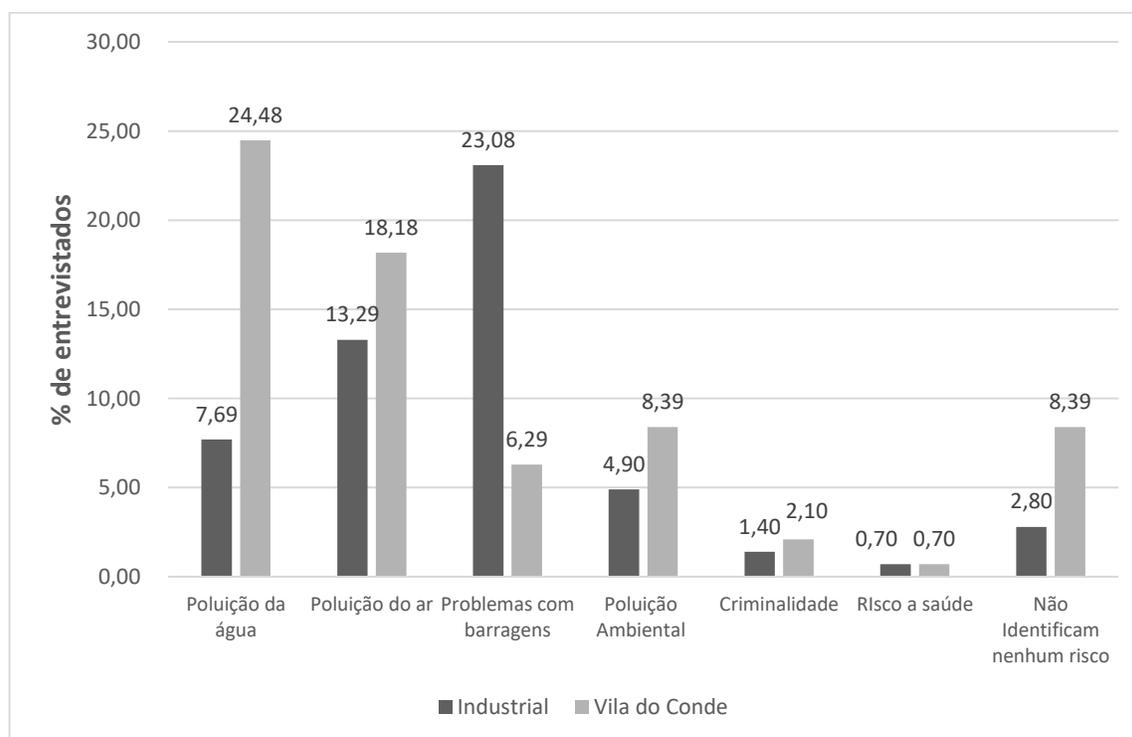
<b>Quais os riscos a que está exposto?</b>				
<b>Bairro</b>	<b>Tipo do risco</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>	<b>Citações</b>
Bairro Industrial	Criminalidade	2	1,40	<i>"Aqui tem aumentado os crimes e os assaltos"</i>
	Problemas com barragens	33	23,08	<i>"A gente ficou com medo da bacia de rejeitos transbordar para o igarapé no inverno"</i>
	Poluição Ambiental	7	4,90	<i>"O risco maior é a poluição decorrente das indústrias"</i>
	Risco a saúde	1	0,70	<i>"Risco a saúde, o que me preocupa mais é o olho inflamado e a sinusite"</i>
	Poluição da água	11	7,69	<i>"Risco de contaminação da água pelo rompimento da barragem"</i>
	Poluição do ar	19	13,29	<i>"A poluição do ar causada pelo pó branco, tem dias que já amanhece tudo branco nas plantas"</i>
	Não identifica nenhum risco	4	2,8	<i>"Não acho que tem perigo de explodir caldeira ou de quebra de barragem"</i>
Vila do Conde	Criminalidade	3	2,10	<i>"Agora a gente vê muito o consumo de drogas"</i>
	Problemas com barragens	9	6,29	<i>"A bacia da Hydro é uma bomba relógio e já teve vários problemas com a bacia da Ímerys causando a poluição do ar e da água."</i>
	Poluição Ambiental	12	8,39	<i>"Aqui tem a poluição ambiental que é causada pelas empresas"</i>
	Risco a saúde	1	0,70	<i>"Risco a saúde humana por conta das doenças respiratórias pela poluição do ar que vem das empresas"</i>
	Poluição da água	35	24,48	<i>"A poluição da água por causa do acidente com os bois e do vazamento de caulim"</i>
	Poluição do ar	26	18,18	<i>"O risco são as empresas, ontem amanheceu tudo branco de caulim, mas depois que chove desaparece"</i>
	Não identifica nenhum risco	12	8,39	<i>"O pessoal fala que o Conde é poluído, mas 'o pessoal pesca', então no momento não tem contaminação"</i>

Fonte: O autor.

Os riscos relacionados a barragem também foram bastante expressivos com 29,37%, assim como a poluição ambiental de modo geral sendo citada aproximadamente por 15% os entrevistados. É interessante a indicação da barragem como o principal risco no bairro Industrial, a qual provavelmente se deve ao fato de acontecimentos de acidentes diversos (CPC RENATO CHAVES, 2017) com essas estruturas na proximidade desta localidade. Podemos destacar o acidente ocorrido em junho de 2007, onde foram constatadas fissuras na Bacia B3 e mais recentemente em outubro de 2016 onde observou-se o vazamento de caulim na baía do Marajó (CPC RENATO CHAVES, 2017)

Um pequeno grupo se referiu a riscos relacionados à criminalidade, correspondendo a apenas 3,6%. Jacobi (2006) afirma que as áreas periféricas comportam situações de risco diversas, inclusive a problemática da violência relacionada à homicídios, tráfico de drogas, policiamento insuficiente é alta nas áreas com população de baixa renda.

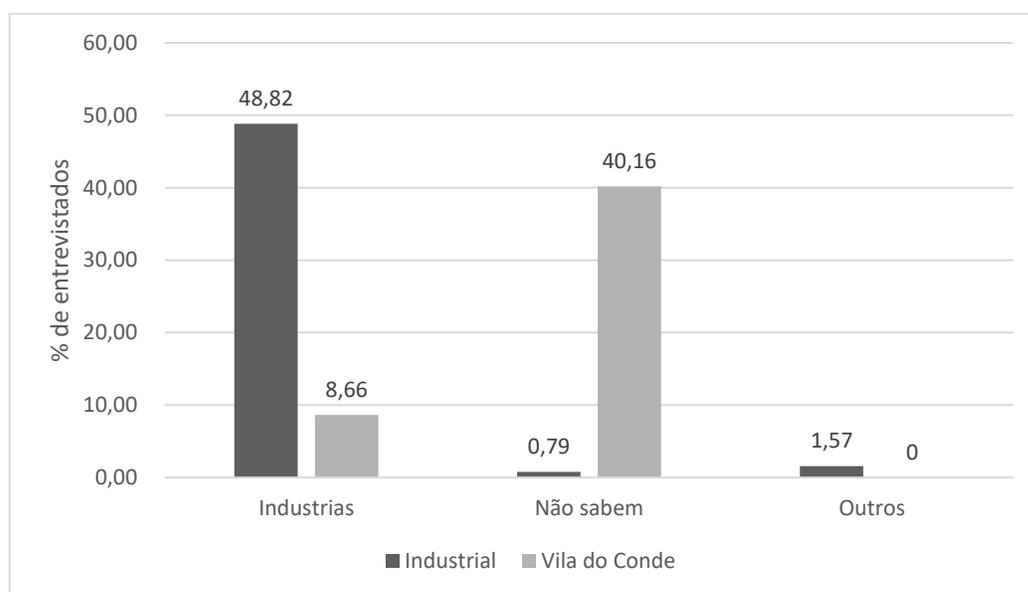
Gráfico 9 - Riscos relatados pelos entrevistados.



Fonte: O autor.

Quando perguntado a Causa dos Riscos, entre os entrevistados que responderam afirmativamente, 48% relaciona os mesmos às atividades industriais no bairro Industrial e 8% na Vila do Conde. Foi expressivo a quantidade de entrevistados que afirmaram não saber identificar a causa dos riscos na Vila do Conde, 40% dos entrevistados (Gráfico 10). Pode-se explicar a diferença nos resultados pelo fato do bairro Industrial está muito próximo das barragens e o bairro da Vila do Conde ter sido afetado por outros tipos de riscos tecnológicos como derramamento de óleo e afundamento de balsas (SCOLESE, 2000). De acordo com Cutter (2011) à exposição e a proximidade aos riscos está associado com aumento da vulnerabilidade e da percepção de risco.

Gráfico 10- Causas dos riscos informados pelos entrevistados.



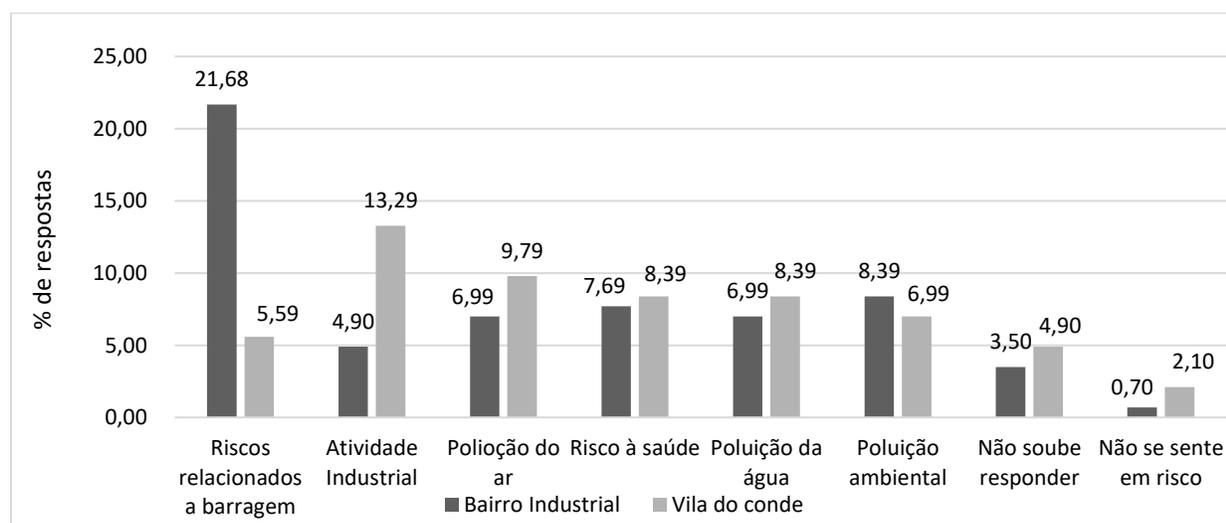
Fonte: O autor.

A percepção dos moradores da área de estudo aponta para a compreensão de que estão sob riscos ambientais. Aproximadamente 27,27% dos entrevistados relacionam esses riscos às barragens (Gráfico 12). Considera-se que a percepção de risco, relacionada as barragens no bairro Industrial, é maior que em Vila do Conde, pois, este bairro foi diretamente impactado devido à proximidade da Bacia B3.

Já as atividades industriais, são citadas por 26 entrevistados (18,18%), quando associadas ao risco ambiental, aqui prevalecendo as citações nas entrevistas realizadas em Vila do Conde. Quando somados, os dois itens alcançam um elevado percentual, chegando a 45,45% dos entrevistados. Portanto a percepção dos riscos pela população está diretamente ligada a alguma atividade industrial. No entanto, é interessante ressaltar que 4 entrevistados (2,80%) acreditam que não estão expostos a nenhum tipo risco ambiental.

Durante a atividade de campo menções indicando o motivo pelo qual se acredita estas em risco, variavam em temas ambientais, mas sempre relaciona à atividade industrial, tais como: *“O risco aqui é devido a poluição das indústrias”*, *“[riscos com] o rompimento da bacia, pois atingiu os ribeirinhos”*, *“com o vazamento do caulim e com o cloro os peixes aparecem tudo boiando na água branca”* e *“Me sinto em risco devido a contaminação por produtos químicos das empresas”*. Menções com preocupação relaciona à saúde também apontam problemas com a qualidade do ar e da água em ambos os bairros. Problemas na pele, respiratório e oftalmológicos também são relatados nos seguintes depoimentos do bairro Industrial: *“[temos] Riscos com relação a saúde, aqui tem doenças respiratórias e da pele”*, *“O pessoal diz que tem coceira na praia e no igarapé, tem problema que vem da fábrica”* e *“O risco é por conta da poeira branca e preta”* e *“O que me preocupa mais é a saúde, os olhos inflamados e a sinusite”* na Vila do Conde.

Gráfico 11- Motivos pelos quais acredita estar em risco.

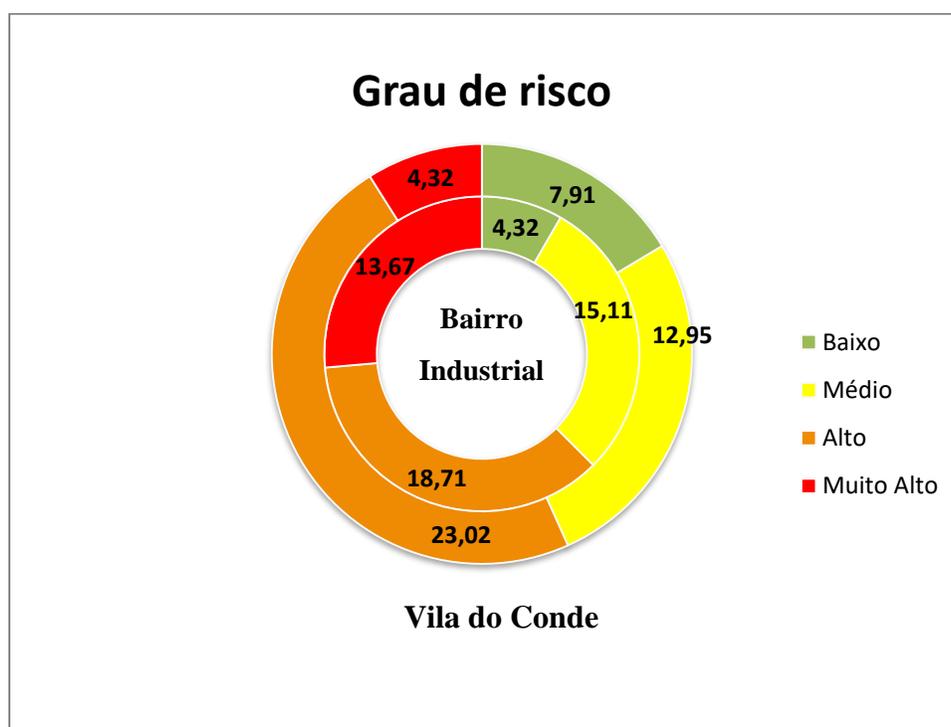


Fonte: O autor.

O grau de risco foi investigado a partir de uma escala de intensidade de muito alto a baixo do ponto de vista do entrevistado. No bairro Industrial 32% se reconhecem em situação de muito alto e alto risco, enquanto que na Vila do Conde 27,34 se identificam nesta escala de intensidade de risco. Ambos os bairros se identificam em 28% em risco com intensidade média e 12% da área de estudo apontam o risco baixo para o local que moram.

O fato de o bairro industrial estar mais próximo a barragens e sofrer mais intensamente com os problemas pretéritos com as barragens de caulim é possível compreender que a esta população se vê sob maior tensão, principalmente quando se encontra no período chuvoso, sendo superior a 50% do número de entrevistados que acreditam estar em um nível de risco alto ou muito alto, fato este que remete aos vários desastres já ocorridos anteriormente aqui relatados.

Gráfico 12 - Percepção do grau de risco dos entrevistados.



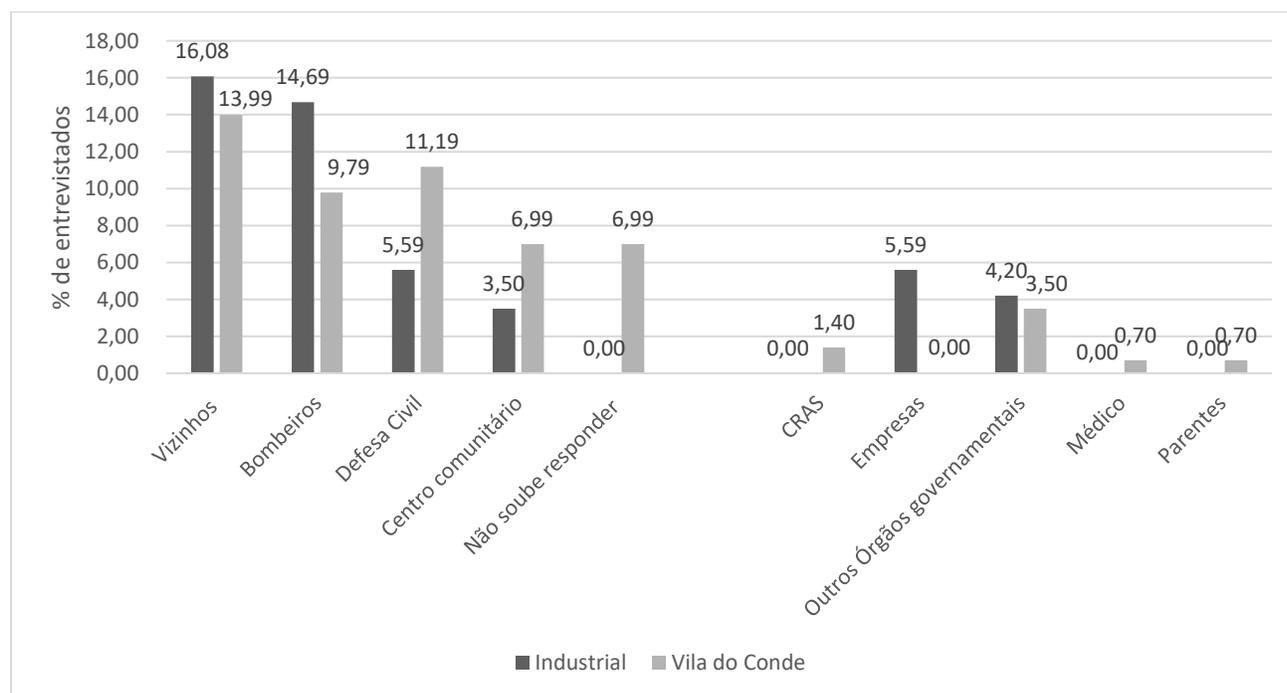
Fonte: O autor.

Acerca das atitudes que seriam tomadas pelos entrevistados em caso de evento de risco foi possível ao entrevistado indicar mais de uma resposta (Gráfico 13). Os resultados em ambos os bairros foram solicitar ajuda aos vizinhos já que 43 pessoas informaram esta resposta. Buscar ajuda junto aos Corpo de Bombeiros figura em 24% dos entrevistados em ambos os bairros, seguido de

Defesa Civil, 5% das pessoas no bairro Industrial e 11% na Vila do Conde. A busca pelo Centro Comunitário, Centro de Referência em Assistência Social (CRAS), outros órgãos governamentais e parente não era mencionada como primeira opção e não correspondem a menos de 7% em cada bairro. Apenas entrevistados no bairro Industrial (5%) disseram que procurariam a empresa.

No entanto, ficou evidente a descrença para com a rapidez e eficiência das ações dos órgãos do poder público em relação a uma resposta a um possível acidente ambiental proveniente da barragem, assim sendo teriam como primeira atitude buscar apoio junto aos vizinhos, demonstrando uma relação de confiança entre os membros da comunidade e apoio mutuo, podendo estar aí uma possível abordagem para as ações de prevenção e ação e que atitudes tomar em caso de desastres. Como no caso citado a seguir em um relato ocorrido no bairro Industrial: *“O governo não dá apoio pra gente e os bombeiros ficam longe, então é mais fácil pedir ajuda pros vizinhos”*

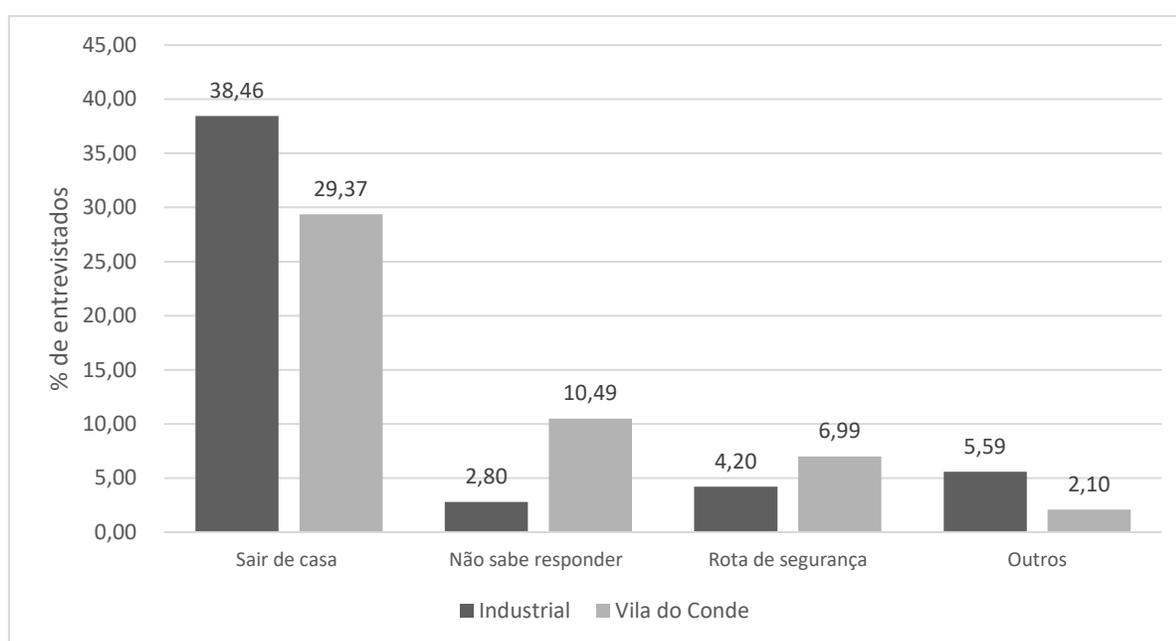
Gráfico 13- Local onde procuraria ajuda indicado pelos entrevistados.



Fonte: O autor.

Ainda na linha de resposta ao desastre foi perguntado se caso houvesse algum acidente com a barragem qual seria a primeira reação tomada (Gráfico 14). A principal alternativa indicada por 67% dos entrevistados foi que sairiam de casa. Portanto, esta resposta apresentou-se que a maioria dos entrevistados desconhecem a existência de uma rota de segurança e um ponto de encontro seguro os quais devem ser acessados caso ocorra um acidente com rompimento de barragens. Mesmo assim 11%, em ambos os bairros, argumentaram que utilizariam a rota de segurança.

Gráfico 14 - Que atitudes tomadas em caso de acidente com barragens.



Fonte: O autor.

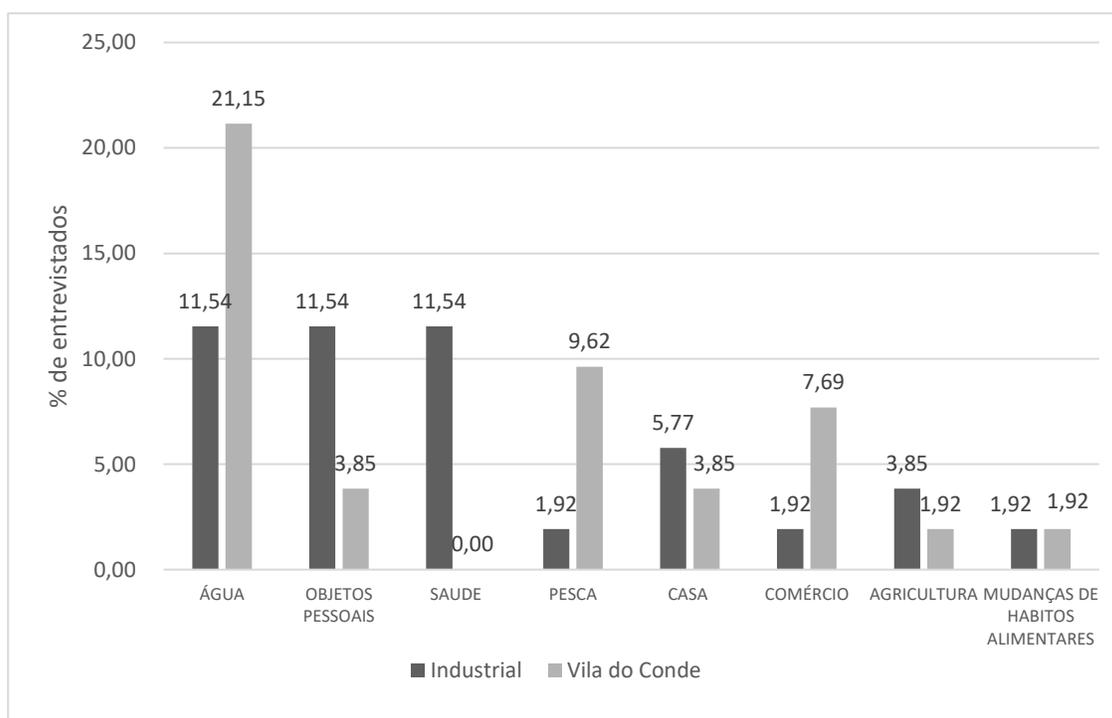
Com relação a perda relacionada aos riscos, em geral, da área observa-se que 91 entrevistados (63,64%) afirmam nunca terem tido perdas com os incidentes pretéritos ocorridos com as barragens da Ímerys, já entre os 52 entrevistados (36,36%) afirmam ter tido perdas. Dos que afirmaram ter perdas, as mesmas foram agrupadas em 8 (oito) categorias: pesca, comércio, agricultura, saúde, água, casa, objetos pessoais e mudança de hábitos alimentares.

No bairro Industrial danos relacionados a água, perda de objetos pessoais e saúde foram mencionados por 11% dos entrevistados para cada categoria. Com relação à água na vila do Conde 21% dos entrevistados mencionam perdas em relação este recurso. Essa menção indica que

o abastecimento local de muitas residências se faz via poço artesiano. Dado os sucessivos vazamentos de caulim na área os moradores desativaram os poços existentes (que geralmente abastecem mais de uma residência) por alegaram a má qualidade da água (CETEM, 2016). A água também foi afetada teve sua qualidade afetada nos igarapés Curuperé, Dendê e São João, rios das Cobras e praia de Vila do Conde com mortandade de peixes que impossibilitou a pesca nestes locais (FIOCRUZ, 2014).

As perdas na agricultura (5,77% do total) foram relatadas o abandono desta atividade devido ao prejuízo direto mediante os desastres e posteriormente a essas a baixa produtividade, os quais acreditam ser em decorrência da contaminação da água e do solo. O valor relacionado às perdas no comércio (7%) foi maior em Vila do Conde devido a diminuição do fluxo de turismo nas praias locais devido a outros acidentes ambientais que já aconteceram no local como o naufrágio de navios e bois (TJEPA, 2016).

Gráfico 15- Perdas indicadas pelos entrevistados.



Fonte: O autor.

Quando questionados especificamente sobre impactos ocorridos em decorrência dos incidentes com barragem foram apontados a má qualidade da água e o aumento de doenças com

porcentagens superiores 65% (Tabela 3). A qualidade da água foi indicada por 93 pessoas com relatos que tiveram que abandonar poços d'água devido a contaminação destes pelo caulim e com mau cheiro devido a morte dos bois (Figura 10): “*Vazou caulim para a agua do igarapé e teve o acidente com os bois, eles passavam boiando por aqui*”; e na Vila do Conde “*O poço agora só serve pra lavagem, porque se a gente toma banho dá coceira*”.

O aumento de doenças foi relatado por 65 dos entrevistados (45,46%), os quais declararam perceber esse fato relacionando aos igarapés da região no bairro Industrial: “*O meu filho atravessou o igarapé esses dias e adoeceu*”. Um entrevistado da Vila do Conde diz: “*Eu tive queda de cabelo e coceiras*”.

A queda no turismo na região foi citada por 24 pessoas (16,78% do total), com maior concentração desta afirmativa pelos residentes em Vila do Conde, correspondendo a 11,89% das afirmativas desta localidade. Entre os que deram outras respostas, podemos destacar a poluição do ar, citada por 9 entrevistados (6,29%) e dificuldades com a pesca referida por 4 pessoas (2,8%).

Tabela 3- Impactos ocorridos em decorrência dos incidentes com barragens.

<b>Tipos de impactos relatados</b>						
Impactos	Bairro Industrial		Vila do Conde		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Qualidade da água	44	<b>30,77</b>	49	<b>34,27</b>	93	<b>65,03</b>
Aumento de doenças	31	21,68	34	23,78	65	45,45
Queda do turismo	7	4,90	17	11,89	24	16,78
Poluição do Ar	4	2,80	5	3,50	9	6,29
Pesca	4	2,80	0	0,00	4	2,80
Furto	1	0,70	0	0,00	1	0,70

Fonte: O autor.

Figura 10 - Presença de caulim no rio Curuperé por conta de vazamentos em 2014.



Fonte: Foto: Divulgação / MPF.

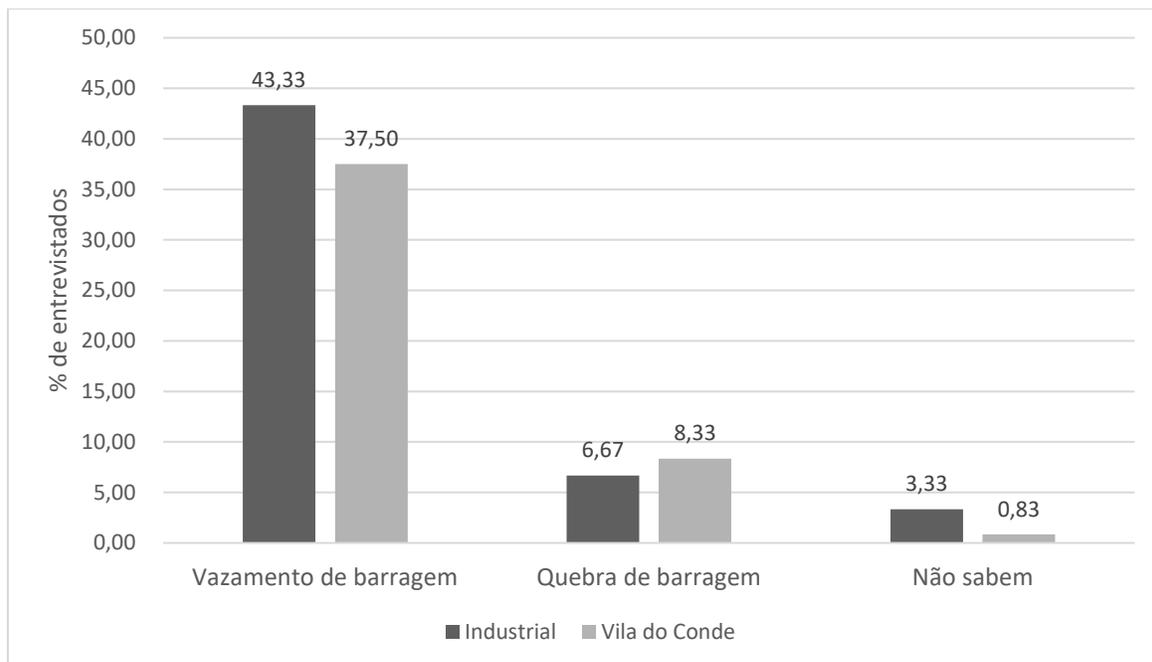
Em pesquisa realizada por Medeiros; Lima e Guimarães (2016), onde foi feito o monitoramento para avaliação da qualidade da água consumida pela população de duas comunidade em Barcarena, entre elas Vila do Conde, onde nesta “a qualidade das águas subterrâneas indicaram um padrão comprometedor, isto é, a maioria dos pontos de amostragens estiveram em condições inaceitáveis para consumo humano”.

Os acidentes pretéritos foram mencionados por 120 entrevistados que responderam afirmativamente (83,92% do total). E quando questionado que tipo de acidente teriam conhecimento 97 pessoas mencionaram vazamento nas barragens, correspondendo a 80,83% dos entrevistados), 18 pessoas citaram quebra de barragem (15% do total) e não souberam responder 5 pessoas (4,17%) (Gráfico 16). Em que pese nunca ter havido um rompimento de fato em nenhuma das barragens de rejeitos de minérios da Ímerys, sendo o caso mais grave uma percolação<sup>3</sup>, porém na percepção da população local onde este fato ocorreu, visto que foram vários os episódios de acidentes que se sucederam na empresa desde a sua implantação.

---

<sup>3</sup> **Percolação:** O movimento descendente da água no interior do solo, de cima para baixo.

Gráfico 16 – Tipos de acidentes com barragens relatados.



Fonte: O autor.

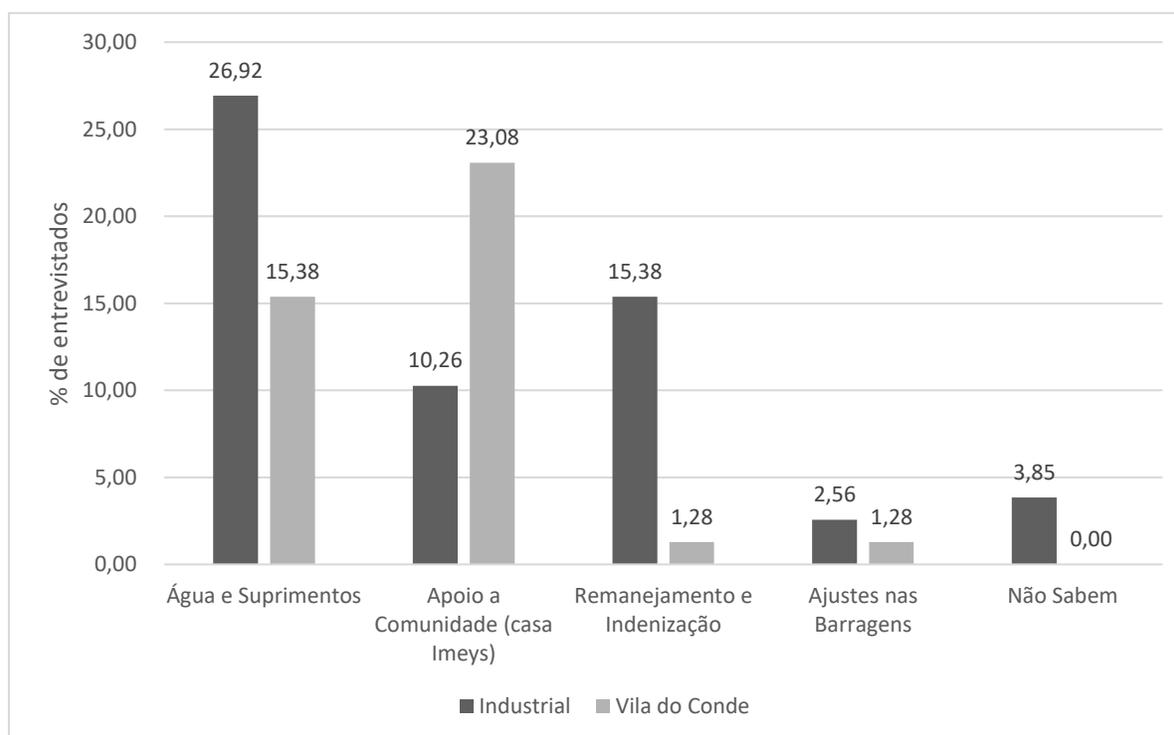
Quando questionados sobre as ações realizadas pelas Ímerys após os acidentes, 33 entrevistados (23,08%) afirmaram não ter sido realizada qualquer ação pela empresa, 71 (49,65%) informaram que houve algum tipo de atitude frente aos problemas e 39 (27,27%) não souberam responder (Tabela 4). Entre os entrevistados que afirmaram haver alguma atitude, as respostas se distribuíram nos seguintes grupos: distribuição de água e suprimentos 33 entrevistados (42,31%), apoio a comunidade através da Casa Ímerys 26 entrevistados (33,33%), remanejamento e indenização 13 entrevistados (16,67%), onde quase a totalidade dos que citaram o remanejamento (12 entrevistados) são residentes no bairro Industrial e temos ainda 3 entrevistados (3,85%) que não souberam responder (Gráfico 17). A distribuição de água e alimento para as famílias foi determinada por decisão judicial em que a empresa devia fornecer 80 litros de água e R\$ 77 em alimentos para as famílias atingidas nas margens do igarapé Curuperé (G1, 2014). As ações da Casa Ímerys contam com cursos de capacitação à comunidade e suas duas unidades estão no bairro Industrial e na Vila do Conde (ÍMERYS, 2018)

Tabela 4 - Ações realizadas pelas Ímerys após ocorrências de acidentes.

A Ímerys realizou alguma ação após esses acidentes?						
	Bairro Industrial		Vila do Conde		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sim	39	27,27	32	22,38	71	49,65
Não	22	15,38	11	7,69	33	23,08
Não sabem	12	8,39	27	18,88	39	27,27
Total	73	51,05	70	48,95	143	100

Fonte: O autor.

Gráfico 17 – Ações realizadas pela Ímerys após acidentes.



Fonte: O autor.

Quando questionados sobre sugestões para prevenir as situações de risco ambiental, 32 entrevistados (22,38%) disseram não ter nenhuma sugestão e 4 entrevistados (2,80%) não responderam (Tabela 5). Os entrevistados que apresentaram sugestões correspondem 74,83% do total, e tiveram suas respostas agrupadas em 9 (nove) categorias: controle e monitoramento,

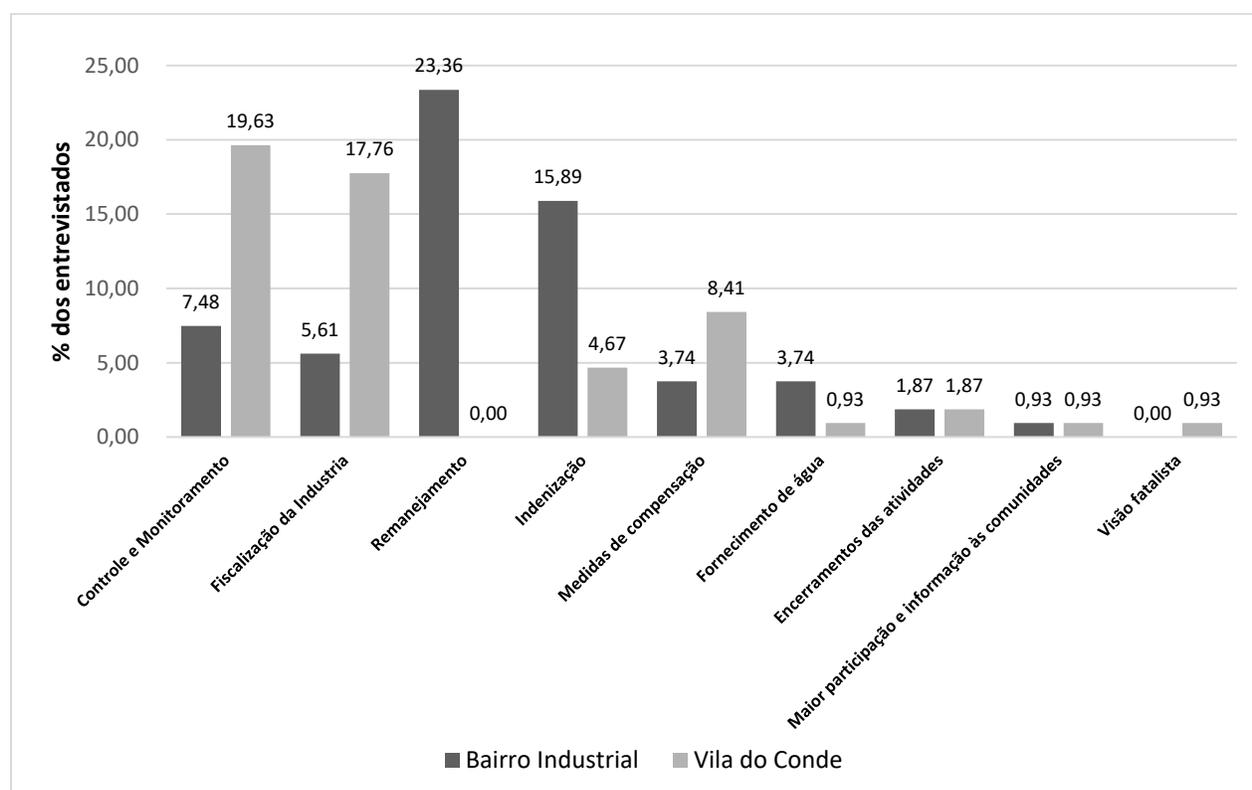
fiscalização da indústria, remanejamento, indenização, medidas de compensação, fornecimento de água, encerramentos das atividades, maior participação e informação às comunidades ou visão fatalista (Gráfico 18).

Tabela 5- Sugestões de medidas preventivas relatadas pelos entrevistados

<b>Você tem sugestão para prevenir situações de risco (ambiental)?</b>						
	Industrial		Vila do Conde		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sim	59	41,26	48	33,57	107	74,83
Não	14	9,79	18	12,59	32	22,38
Não responderam	0	0,00	4	2,80	4	2,80
Total	73	51,05	70	48,95	143	100

Fonte: O autor.

Gráfico 18 – Sugestões indicadas por moradores para prevenir riscos ambientais.



Fonte: O autor.

O controle e monitoramento e a fiscalização da indústria foram sugestões predominantes dos entrevistados na Vila do Conde, com 19% e 17%, respectivamente. Este ensejo por controle, monitoramento e fiscalização demonstra uma preocupação para com medidas que visem melhorar a qualidade de vida sem a necessidade de remoção de contingentes populacionais da localidade. Diversas falas no decorrer da entrevista apontam para essa sugestão tais como: *“Eles têm que fazer o monitoramento para alertar a população”* no bairro Industrial e *“Tem que manter o controle, não burlar procedimentos, e não ter desvios para a proteção da comunidade e da natureza”* na Vila do Conde. Para fiscalização a empresa foi citada como principal responsável no bairro Industrial *“a empresa deveria ter tido uma fiscalização em cima para prevenir esse tipo de acidente. “A empresa tem que assumir a responsabilidade”* e foi solicitado mais transparência do governo pelas pessoas da Vila do Conde *“poderia ter maior transparência referente as ações do poder público”*.

No bairro Industrial as sugestões que se destacam são o remanejamento e a indenização com 23% e 15%, respectivamente. Essas alternativas se dão pela proximidade deste bairro com a barragem (Figura 11), mesmo que a consolidação da malha urbana do mesmo tenha ocorrido a partir de 2010 (CARMO; COSTA, 2016). As principais menções que remetem a essa sugestão no bairro Industrial foram: *“eles têm que retirar todos os moradores dessa localidade”*, e *“gostaria que eles indenizassem a gente daqui, para sair pra outro lugar e viver mais sossegado, porque a gente vive aqui com essa bacia por aqui”*. Por outro lado, a alternativa de remanejamento é descartada pelos moradores de Vila do Conde, mas a solicitação por indenização é mencionada por medo de problemas com a barragem conforme verificado por um entrevistado *“Indenizar pra sair e viver longe da fábrica, tenho medo de dormir por causa da barragem com a chuva”*.

Há ainda 13 entrevistados (12,15%) que entendem que poderiam ser tomadas outras medidas de compensação e é interessante ainda acrescentar que houve até mesmo sugestões quanto ao encerramento das atividades, a qual foi relatada por 4 pessoas, mesmo levando em consideração a importância das indústrias para a economia da região. As medidas de compensação são solicitadas via projetos na área, mencionadas pelos dois bairros, a exemplo: *“tem que ter o cumprimento dos projetos sociais pela empresa”*; *“[solicitamos] divulgação de informações em relação aos riscos que a comunidade pode ser atingida. A Ímerys tem a Casa Ímerys que dá palestras sobre os*

*impactos e também implantou o sistema de tratamento de água no distrito indústria”, nos bairros Industrial e Vila do Conde, respectivamente.*

As sugestões que envolvem a participação da comunidade foram mencionadas por menos de 1% entrevistados. Esse baixo percentual demonstra o desconhecimento sobre a necessidade de informação que é proposta na gestão de riscos e desastres (CEPED, 2014). A informação perpassa pelas fases de prevenção preparação, mitigação, resposta e recuperação prevista na Lei 12.608/2012. Além disso segundo Veról *et al.*, (2012) o Plano de Ação Emergencial (PAE) é o documento que visa identificar os procedimentos e processos que serão seguidos pelos operadores de barragens e pelas autoridades públicas em situação de emergência, o que deve incluir a disponibilização da informação para a comunidade.

Figura 11 – Estrada de acesso à Pará Pigmentos limite entre à barragem B3 da Ímerys (ao fundo) e o bairro Industrial.



Foto: Milena Andrade (2018)

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intensificação e recorrência de acidentes ambientais em Barcarena tem mostrado a necessidade de se conhecer a vulnerabilidade e a percepção de risco das populações afetadas. O perfil das comunidades aponta para locais com residências acima de 3 moradores, presença de crianças, mulheres, idosos e pessoas portadoras de necessidades especiais que aumentam a vulnerabilidade do local. Nesse sentido é de grande importância que as populações em risco estejam preparadas para possíveis eventos de rompimento de barragens, assim como as autoridades possam proceder de maneira eficiente visando minimizar os danos e reestabelecer as condições, o modo de vida e a economia local, mitigando os danos e criando condições de adaptação às novas condições apresentadas, estabelecendo assim os procedimentos a necessários a este fim.

De acordo com a percepção de risco dos moradores na sua maioria, a responsabilidade pelos problemas ambientais é atribuída às atividades industriais. Foi ainda evidenciada uma grande insatisfação da população quanto a fiscalização e atuação dos diferenciados níveis do poder público para resolução dos problemas que de forma recorrente atingem essas comunidades. Apesar de todos esses inconvenientes, de maneira geral, essa população, principalmente de Vila do Conde, tem um sentimento de pertencimento com a localidade, pois está é muito anterior a instalação das empresas na região. O que, somado à carência financeira os faz continuar a viver na área, apesar de todos os problemas e riscos reconhecidos pelos entrevistados. Já para os moradores do bairro Industrial, muitos anseiam por ações que os retire da situação de risco, no entanto, o simples remanejamento não se aponta como uma solução. Esta área está em expansão, e foram observadas diversas construções recentes ou em processo, o que nos leva a crer que mesmo havendo um remanejamento dos ocupantes atuais, se não houver um controle ou planejamento, novas ocupações irão ocorrer no local agravando ainda mais o problema.

Diante do exposto, entende-se que a avaliação de riscos com base em uma abordagem perceptiva se mostrou como uma importante ferramenta de investigação nos estudos sobre riscos ambientais. Entendendo que com a aplicação dessa abordagem é possível caracterizar as relações entre sociedade e meio ambiente, sendo uma análise voltada para compreender a comunidade e o ambiente em que vive a partir de suas próprias interações e de como se comporta diante de situações

de riscos, sendo assim possível oferecer subsídios ao planejamento e a gestão urbana na implantação de medidas preventivas mais eficazes e compatíveis com os anseios da população.

Foi possível estabelecer uma relação entre proximidade da barragem e carência de infraestrutura e serviços urbanos, conseqüentemente uma maior exposição aos riscos, havendo falhas por parte do governo municipal no que diz respeito a serviços urbanos. O bairro industrial, por exemplo, apresenta grandes déficits estruturais, o que acaba se tornando um agravante devido à localização da comunidade em área de várzea em proximidade com a barragem Bacia B3, somada à ocorrência de eventos de grandes precipitações.

Outro ponto importante revelado na pesquisa foi a insatisfação dos entrevistados quanto à atuação do poder público para com os problemas recorrentes nas comunidades estudadas. O grupo afirma, ainda, que quando há algum problema as providências tomadas pela empresa responsável pela barragem os serviços são limitados, principalmente a distribuição de água e mantimentos. Segundo os entrevistados estes serviços não foram suficientes para solucionar a situação da área, pois diversos problemas ainda persistem. Dessa forma, a não resolução de problemas recorrentes são vistos como resultado da incapacidade do poder público.

Por fim, através do estudo realizado, pode-se concluir que a população de Vila do Conde e do bairro Industrial é vulnerável com uma população de baixa renda, baixa escolaridade, famílias com idosos, crianças e portadores de necessidades especiais. Além disso, mediante os riscos apresentados grande parte dos entrevistados já passou pela experiência de serem atingidos por algum incidente referente as atividades da produção mineral, particularmente com o caulim. Além disso, essa população reconhece o perigo a que estão expostos por residirem próximo a uma barragem de rejeitos de minérios, no entanto os entrevistados demonstram que quanto mais afastada da barragem é a residência menor a percepção de risco, mesmo estando essas moradias na área de alcance da onda de cheia.

## REFERÊNCIAS

ACIDENTE ambiental, Barcarena, PA: Laudo aponta contaminação de igarapés. **O LIBERAL**. 21 jun. 2007. Disponível em: [http://www.ecoeacao.com.br/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=2403](http://www.ecoeacao.com.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=2403). Acesso em: 5 dez. 2018.

ADGER, Neil; Brooks, Nick; Bentham, Graham; Agnew, Maureen; Eriksen, Siri (2004), **New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity**. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research – Technical Report.

AGUIAR, Diana; VECCHIONE, Marcela; CARDOSO, Alessandra. **“Onde menos se espera”:** **Vivendo com a indústria do alumínio e do caulim na Amazônia brasileira**. INESC, 12 jan. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA - Brasil). **Relatório de segurança de barragens 2017**. Brasília, DF: ANA, 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA - Brasil). Resolução nº 91, de 02 de abril de 2012. Estabelece A Periodicidade de Atualização, A Qualificação do Responsável Técnico, O Conteúdo Mínimo e O Nível de Detalhamento do Plano de Segurança da Barragem e da Revisão Periódica de Segurança da Barragem, Conforme Art. 8º, 10 e 19 da Lei Federal Nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 - A Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. Brasília, DF, 11 abr. 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Banco de Informações de Geração. Matriz de Energia Elétrica**. 2017. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>. Acesso em: 28 ago. 2017.

ALMEIDA, L. Q. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na Geografia. **Revista Mercator**. Fortaleza, v.10, n. 23, p. 83-99, 2012.

ALVES, H. P. F. Desigualdade ambiental no município de São Paulo: análise da exposição diferenciada de grupos sociais a situações de risco ambiental através do uso de metodologias de geoprocessamento. **Rev. Bras. Estud. Popul.**, vol. 24, p. 301-316. 2007.

ANDRADE, Milena Marília Nogueira de; SZLAFSZTEIN, Claudio Fabian. Vulnerability assessment including tangible and intangible components in the index composition: An Amazon study case of flooding and flash flooding. **Science of Total Environment**. 630, p. 903-912, 2018.

BARCARENA. **Plano Diretor do Desenvolvimento Urbano de Barcarena (PDDUB)**. 2016. Disponível em: <http://www.barcarena.pa.gov.br/portal/legislacao?tipo=home&titulo=PLANO%20DIRETOR%20DE%20DESENVOLVIMENTO%20URBANO2006>. Acesso em 2 mar 2018.

BARROS, Márcio Júnior Benassuly. **Mineração, finanças públicas e desenvolvimento local no município de Barcarena-Pará**. 2009. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de

Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

BRASIL. **Lei nº 12.334**, de 20 de setembro de 2010. Estabelece A Política Nacional de Segurança de Barragens Destinadas à Acumulação de água Para Quaisquer Usos, à Disposição Final Ou Temporária de Rejeitos e à Acumulação de Resíduos Industriais, Cria O Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens e Altera A Redação do Art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, e do Art. 4º da Lei no 9.984, de 17 de Julho de 2000. Brasília, DF, 20 set. 2010.

BRASIL. **Lei Nº 12.608**, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres.

BILAC, E.D. Gênero, Vulnerabilidade das famílias e capital social: algumas reflexões. *In*: CUNHA, J.M.P. (Org.). **Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação**. Campinas: Nepo/Unicamp, 2006. p. 51-65.

BONZO, C.; CASTRO, B.; LELLIS, M. de; SAMANIEGO, C.; TISSERA, E. Aportes psicosociales al concepto de riesgo. *In*: SAFORCADA, E. (Ed.), **El “Factor Humano” en la salud pública: Una mirada psicológica dirigida hacia la salud colectiva**. Buenos Aires: PROA XXI, 2001. p. 130-141.

CASTRO, Antonio Luis Coimbra. **Manual de planejamento em defesa civil**. Brasília: Ministério da Integração Nacional. Departamento de Defesa Civil. 1999. (v.1).

CASTRO, Cleber Marques de; PEIXOTO, Maria Naíse de Oliveira; RIO, Gisela Aquino Pires do. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, Rio de Janeiro, 2005. p. 11-30.

CAULIM vaza de novo em rio. **PORTAL ORM**, 3 de mar. 2008. Disponível em: <http://www.skyscrapercity.com/archive/index.php/t-590042.html>. Acesso em 30 ago 2017.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS (CBDB). **A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI**: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens. Coordenador, supervisor, Flavio Miguez de Mello; Editor, Corrado Piasentin. - Rio de Janeiro. CBDB, 2011.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). **Sala de situação**. 2016. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/sala-de-operacao/>. Acesso em 13 jan de 2019.

CPC RENATO CHAVES. Centro de Perícias Científicas Renato Chaves. Instituto de Criminalística. **Relatório de Laudos Periciais 2004/2014** – Barcarena. Belém, 2017.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (CETEM). **Tratamento de minérios**. 5. ed. Editado por Adão Benvindo da Luz, João Alves Sampaio e Silvia Cristina Alves França, Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 2010.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL (CETEM), **Sucessivos vazamentos de caulim em Barcarena (PA) têm contaminado o solo e o lençol freático**. 2016. Disponível em: <http://verbetes.cetem.gov.br/verbetes/ExibeVerbete.aspx?verid=210>. Acesso em 13 jan 2019.

CUNHA, Lúcio; MENDES, José Manuel; TAVARES, Alexandre; FREIRIA, Susana. Construção de modelos de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos: o desafio das escalas. *In: SANTOS, N., CUNHA, L. **Trunfos de uma geografia ativa**: desenvolvimento local, ambiente, ordenamento e tecnologia*. Coimbra, 2011. p. 628-637.

CUTTER, Susan. Vulnerability to environmental hazards. *In: **Progress in Human Geography***. p. v.20, n.4, 1996. p. 529-539

CUTTER, Susan; BORUFF, Bryan J.; SHIRLEY, W. Lynn.. Social Vulnerability to environmental hazards. *In: **Social Science Quarterly***, v.84, n.2, 2003. p. 242-261.

CUTTER, Susan. The Social Sciences Perspectives on Hazards and Vulnerability Science. *In: **Geophysical Hazards***, 2010. pp.17-30.

CUTTER, Susan. A ciência da vulnerabilidade: Modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, 93, junho 2011, p. 59-69.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade Socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. 2004. 155f. Tese de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (DIEESE): **Pesquisa nacional da Cesta Básica de Alimentos**. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/analisecestabasica/salarioMinimo.html#2018>. Acesso em 20 dez 2018.

DINÇERGÖK, Tuncer. The Role Of Dam Safety In Dam-Break Induced Flood Management. *In: **International Conference on River Basin Management***, 1., 2007, Kos. Anais. Ankara: General Directorate Of State Hydraulic Works, 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Sumário Mineral 2015**. Coordenadores LIMA, Thiers Muniz; NEVES, Carlos Augusto Ramos, Brasília: DNPM, 2016. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2015>. Acesso em: 30 Mar 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Sumário Mineral. Barragens**. publicado em 29/11/2016. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assuntos/barragens>. Acesso em: 8 Mai 2017.

EGLER, C. A. G. Risco Ambiental como Critério de Gestão do Território. *In: **Território***, 1 (1), 1996. p. 31-41.

EMPRESA confirma vazamento de caulim em Barcarena. **G1**, dez. 2016a. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/10/empresa-confirma-vazamento-de-caulim-em-barcarena.html>. Acesso em 11 jan 2019.

ESTRATÉGIA INTERNACIONAL PARA A REDUÇÃO DE DESASTRES (EIRD). **Glosario de la Estrategia, 2004**. Disponível em: <http://www.eird.org/esp/terminologiaesp.htm>. Acesso em: 20 nov. 2017.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS (FAPESPA). **Estatísticas Municipais Paraenses: Barcarena**. Disponível em: <http://www.parasustentavel.pa.gov.br/wp-content/uploads/2017/04/Barcarena.pdf>. Acesso em: 2 fev 2018.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). Mineração de caulim contamina recursos hídricos e compromete a subsistência de comunidades da Vila do Conde, em Barcarena. *In: Mapa de conflitos envolvendo injustiça ambiental*. Disponível em: <http://www.conflitoambiental.icict.fiocruz.br/index.php?pag=ficha&cod=72>. Acesso em: 5 jan 2019.

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório de acidentes ambientais 2009**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/emergenciasambientais/relatorios/2009-ibama-relatorio-acidentes-ambientais.pdf>. Acesso em: 12 jan 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Barcarena (PA)**. IBGE Cidades, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=150130>. Acesso em: 17 nov 2017.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. **Relatório Anual IBRAM**. Brasília, 2016

IMERYYS. Plano de Segurança de Barragens - PSB. **Volume V Plano de ação de emergência de barragem de mineração - PAEBM, Bacia 3 IRCC Barcarena**, 2016.

IMERYYS. 2018. **Espaço Caulim Casa Ímerys**. Disponível em: [http://www.imeryspara.com.br/pagina/?id=5&id\\_categoria=15](http://www.imeryspara.com.br/pagina/?id=5&id_categoria=15). Acesso 5 jan 2019.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados de precipitação da estação da cidade de Barcarena-PA 2004 a 2016**.

JANSEN, R. B. **Dams and public safety**. Denver, Colo.: U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Reclamation; For sale by the Supt. of Docs., U.S. G.P.O., 1983.

JUSTIÇA determina que Ímerys forneça água e alimento para famílias do Pará. **G1**, mai. 2014. <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/05/justica-determina-que-imerys-fornece-agua-e-alimento-para-familias-do-pa.html>. Acesso em 7 jan 2019.

LEMONS, Marcos Antonio de Queiroz. **Influência da precipitação na atividade de beneficiamento de caulim em Barcarena-Pa e seus impactos socioambientais**. Dissertação de Mestrado em Gestão de Riscos e Desastres Naturais, Instituto de Geociências, UFPA. Belém. 2018.

LAUDO confirma vazamento de rejeitos de mineradora em Barcarena, no PA. **G1**, fev. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/pa/para/noticia/laudo-confirma-vazamento-de-rejeitos-de-mineradora-em-barcarena-no-pa.ghtml>. Acesso em 2 mar 2018.

LEVIN, Jack. **Estatística Aplicada a Ciências Humanas**. 2a. Ed. São Paulo: Editora Harbra Ltda, 1987.

LUZ, Adão Benvindo da e LINS, Fernando Antonio Freitas. **Rochas & Minerais Industriais**/Ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005.

MEDEIROS, Adaelson Campelo; LIMA, Marcelo de Oliveira e GUIMARÃES, Raphael Mendonça. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. *In: Ciência & Saúde Coletiva*, Vol. 21, nº 3, 2016. p. 695-708.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral - SGM. **Relatório Técnico 39. Perfil do Caulim**, Brasília, Agosto de 2009.

MP e MPF pedem fornecimento de água limpa a moradores de Barcarena. **G1**, dez. 2016b. Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2016/10/mp-e-mpf-pedem-fornecimento-de-agua-limpa-moradores-de-barcarena.html>. Acesso em 11 jan 2019.

NASCIMENTO, Maridalva; FREITAS, Thais Chada de. **Gestão urbanística no município de Barcarena Pará, entre 1998 e 2009**. Monografia de Especialização em Planejamento, Desenvolvimento e Integração regional – EPDIR. UFPA. 2010.

NASCIMENTO, Paulo Altemar Melo do. **Gestão ambiental em área de risco no município de Barcarena/Pará**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. UFPA. Belém, 2012.

OLIVEIRA, Dafne Roseane. 2018. **Crianças em situação de risco de desastre: atenção psicossocial, saúde mental e direitos humanos**. Tese de Doutorado em Psicologia. USP. São Paulo. 2018.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. **Groups With Special Needs**. Disponível em: [https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com\\_content&view=article&id=736:groups-with-special-needs&Itemid=0&lang=en](https://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=736:groups-with-special-needs&Itemid=0&lang=en). Acesso em: 1 fev 2019.

PERICO, Rafael. **Identidade e território no Brasil**. Brasília: IICA, 2009. p. 55-88.

RIBAS, A., A. Schmid e E. Ronconi. **Topofilia, conforto ambiental e o ruído urbano como risco ambiental: a percepção de moradores dos Setores Especiais Estruturais da cidade de Curitiba**. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 21, Editora UFPR, p. 183-199. 2010.

SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (SEDEC). Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres. **Capacitação básica em Desastres** - Florianópolis, 2012.

SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL. DEPARTAMENTO DE MINIMIZAÇÃO DE DESASTRES (SEDEC). **Módulo de formação: elaboração de plano de contingência: livro base** / Ministério da Integração Nacional, Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Departamento de Minimização de Desastres. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, MINERAÇÃO E ENERGIA (SEDEME). **Cadeia produtiva do caulim**. Disponível em: <http://sedeme.com.br/portal/cadeia-do-caulim> . Acesso em: 20 fev. 2018.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (SEMAS). **Licenciamento ambiental**. 2018. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/diretoria-de-licenciamento-ambiental>. Acesso em: 3 mar 2018.

SILVA, Flávia Adriane Oliveira da; BORDALO, Carlos Alexandre Leão. **Uma Análise Sócioambiental do Rio Murucupi em Barcarena - PA**, 2010. V Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), Florianópolis, out. 2010.

SILVA, Sandro Pereira. A abordagem territorial no planejamento de políticas públicas e os desafios para uma nova relação entre estado e sociedade no Brasil. *In: Cadernos Gestão Pública e Cidadania*, São Paulo, v. 17, n. 60, Jan./Jun, 2012. p. 148-168.

TORRES, H. G. A demografia do risco ambiental. *In: População e meio ambiente: debates e desafios*. São Paulo: Senac, 2000. p. 53-74.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO PARÁ (TJEPÁ). **Após 6 meses de naufrágio, navio e bois ainda estão submersos no PA**. 2016. Disponível em: <http://www.tjpa.jus.br/PortalExterno/imprensa/noticias/Informes/321705-Apos-6-meses-de-naufragio--navio-e-bois-ainda-estao-submersos-no-PA.xhtml>. Acesso 15 jan 2019.

TRAGÉDIA de Brumadinho, 14º dia de buscas: número de mortes sobe para 157. **G1**, fev. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2019/02/07/tragedia-de-brumadinho-14o-dia-de-buscas-numero-de-mortes-sobe-para-157.ghtml>. Acesso em 2 fev 2019.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). **Reducing disaster risk: a challenge for development**. New York, USA. UNDP, 2004.

VERÓL, Aline Pires. **Simulação da Propagação de Onda decorrente de Ruptura de Barragem, Considerando a Planície de Inundação associada a partir da utilização de um Modelo Pseudo-Bidimensional**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro. 2010.

VERÓL, Aline Pires; MIGUEZ, Marcelo Gomes; MASCARENHAS, Flávio Cesar Borba. Propagação da Onda de Ruptura de Barragem Através de um Modelo Quasi-2D. *In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Rio de Janeiro, 2012. p. 165-176.

WACHINGER, G., RENN, O.: **Risk Perception and Natural Hazards**. CapHaz-Net WP3 Report, DIALOGIK non-profit Institute for Communication and Cooperative Research, Stuttgart. 2010.

WICHES-CHAUX, Gustavo. La vulnerabilidades global. Document do programa: herramientas para la crisis. *In: Oficina regional del Cauca, Popayán*. Colombia, 1986. p. 9-50.

XIONG, Yi (Frank). A Dam Break Analysis Using HEC-RAS. *In: Journal Of Water Resource And Protection*. Starkville, mar. 2011. p. 370-379.

## APENDICES

## APENDICE A



Universidade Federal do Pará  
Programa de Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres  
na Amazônia

DATA: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Gênero: ( ) Feminino ( ) Masculino

Profissão: \_\_\_\_\_

Escolaridade: ( ) EFI ( ) EFC ( ) EMI ( ) EMC

( ) ESI ( ) ESC ( ) PG

Filhos: \_\_\_\_\_

Tempo de Residência: \_\_\_\_\_

Nº pessoas na residência: \_\_\_\_\_

( ) PNE ( ) Crianças ( ) Idosos

Renda familiar mensal?

(A) Nenhuma renda.

(B) Até 1 salário mínimo (até R\$ 954,00).

(C) De 1 a 3 salários mínimos (de R\$ 954,00 até R\$ 2.862,00).

(D) De 3 a 6 salários mínimos (de R\$ 2.862,00 até R\$ 5.724,00).

(E) Mais do que 6 salários mínimos.

Localização da residência

( ) Área urbanizada ( ) Várzea ( ) Praia

Condição da Residência

( ) Madeira ( ) Alvenaria ( ) Outros

1. Você acha, sente ou percebe que há riscos no lugar onde mora? Se sim, quais? E qual a causa?

2. O que é uma situação de risco (ambiental) para você? Ou/ Porque o senhor acredita que vive numa situação de risco?

3. Como você considera sua situação de risco (caso responda que vive em situação de risco):

( ) Baixo ( ) Médio ( ) Alto ( ) Muito Alto

4. Em caso de evento de risco onde o Sr(a) procuraria ajuda

( ) vizinhos ( ) bombeiros ( ) defesa civil

( ) centro comunitário ( ) outros

5. Você já teve perdas/danos por conta dos riscos relatados? ( )

Sim ( ) Não. Se sim, quais? Estimar o valor financeiro

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Com relação a barragem de rejeito da Imerys existente aqui na região, caso haja algum acidente, que reação o sr(a) teria?

( ) Rota de segurança ( ) sair de casa ( ) outros

7. O Sr (a) tem conhecimento de acidentes anteriores com as barragens da Imerys? Se sim, quais?

( ) Vazamento ( ) Quebra de barragem ( ) Outros

8. Se sim, que tipos de impactos o Sr (a) pode relatar?

( ) queda no turismo ( ) qualidade da água

( ) aumento de doenças ( ) Outras \_\_\_\_\_

9. A Imerys realizou alguma ação após esses acidentes?

( ) Sim ( ) Não Quais? \_\_\_\_\_

10. Você tem sugestões para a prevenir situações de risco (ambiental)? Se sim, quais? ( ) Sim ( ) Não

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Declaro, por meio deste termo, que concordei em ser entrevistado(a) e participar na pesquisa de campo referente ao Trabalho "VULNERABILIDADES OCASIONADAS POR BARRAGENS DE REJEITOS DE CAULIM EM BARCARENA" desenvolvido por Márcio dos Santos Avelar, a quem poderei contatar a qualquer momento que julgar necessário através do e-mail [avellarmarcio@gmail.com](mailto:avellarmarcio@gmail.com). Afirmando que aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa. Fui informado(a) dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é desenvolver pesquisa sobre as vulnerabilidades das populações em área de risco ocasionados pelas barragens de rejeitos de caulim em Barcarena. Fui também esclarecido(a) de que os usos das informações por mim oferecidas se fará de forma anônima, por meio de entrevista. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pela pesquisadora e sua orientadora. Fui ainda informado(a) de que posso me retirar dessa pesquisa a qualquer momento, sem prejuízo para meu acompanhamento ou sofrer quaisquer sanções ou constrangimentos.

Barcarena, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) participante:

**APENDICE B**

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

**PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL PARA ROMPIMENTO DE**  
**BARRAGENS E VAZAMENTOS DE REJEITOS DE CAULIM NO**  
**MUNICÍPIO DE BARCAREBA-PA**

**MARCIO DOS SANTOS AVELAR**

Belém-PA  
2019

**PLANO EMERGENCIAL PARA ROMPIMENTO DE BARRAGENS E  
VAZAMENTOS DE REJEITOS DE CAULIM NO MUNICÍPIO DE  
BARCAREBA-PA**



**Belém – PA  
2019**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	73
<b>2. FINALIDADE</b> .....	744
<b>3 SITUAÇÃO E PRESSUPOSTOS</b> .....	755
3.1. SITUAÇÃO.....	755
3. 2. PRESSUPOSTOS DO PLANEJAMENTO .....	766
3.3 CENÁRIOS DE RISCO.....	777
<b>4 RESUMO HISTÓRICO</b> .....	80
4. 1 FATORES CONTRIBUINTES .....	81
<b>5 EVOLUÇÃO E POSSIBILIDADE DE MONITORAMENTO E ALERTA</b> .....	822
5.1 SISTEMA DE ALERTA.....	83
<b>6 OPERAÇÕES</b> .....	855
6.1 OPERAÇÃO: APLICAÇÃO EM SITUAÇÕES ADVERSAS .....	855
6.2 ATIVAÇÃO: CRITÉRIOS E AUTORIDADE.....	877
<b>6.2.1 Critérios</b> .....	877
<b>6.2.2 Autoridade</b> .....	888
6.3 PROCEDIMENTO .....	888
6.4 DESMOBILIZAÇÃO.....	888
<b>6.4.1 Critérios</b> .....	888
<b>6.4.2 Autoridade</b> .....	899
<b>6.4.3 Procedimento</b> .....	899
<b>7. REVISÃO E AMPLIAÇÃO</b> .....	90
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	91

## 1. INTRODUÇÃO

Após pesquisas realizadas no desenvolvimento da dissertação “Vulnerabilidade e percepção de risco de acidentes com barragens de caulim em Barcarena”, desenvolvida no Programa de Pós-graduação e Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia (PPGGRD) do Instituto de Geociências (IG/UFPA), verificou-se a vulnerabilidade das populações das áreas adjacentes à barragem Bacia B3, de propriedade da empresa Ímerys, onde, com base nos resultados dos estudos realizados, com base nas práticas estabelecidas pela SEDEC, foi construído o Plano de Emergência para Rompimento de Barragens e Vazamentos de Rejeitos de Caulim no município de Barcarena-PA.

O Plano de Emergência para Rompimento de Barragens e Vazamentos de Rejeitos de Caulim no município de Barcarena-PA estabelece os procedimentos a serem adotados pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Barcarena (COMDEC) e pelos órgãos envolvidos na resposta a emergências e desastres quando da atuação direta ou indireta em eventos relacionados a estes desastres.

O presente plano foi elaborado para os órgãos e instituições integrantes do sistema de defesa civil de Barcarena, os quais devem assumir o compromisso de atuar de acordo com a competência que lhes é conferida, bem como realizar as ações para a criação e manutenção das condições necessárias com vistas ao desempenho previsto nas atividades e responsabilidades contidas neste plano.

Para a construção deste plano foi utilizado como referência o livro base para elaboração de planos de contingência do módulo de formação (SEDEC, 2017) desenvolvido pelo Departamento de Minimização de Desastres da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil e o Manual de Orientações para a Produção do Plano Municipal de Contingência (SEDEC, 2012).

## **2. FINALIDADE**

O Plano emergencial para rompimento de Barragens e vazamentos de rejeitos de caulim do município de Barcarena estabelece os procedimentos a serem adotados pela COMDEC/Barcarena e órgãos envolvidos na resposta a emergências e desastres objetivando padronizar procedimentos, nas ações de prevenção, alerta, alarme e resposta. Portanto, esse documento possui os seguintes objetivos:

- Estabelecer aspectos relacionados ao monitoramento, alerta, alarme e resposta, incluindo as ações de socorro, ajuda humanitária e reabilitação de cenários, a fim de reduzir os danos e prejuízos decorrentes.
- Sensibilizar a população para a importância dos treinamentos e simulados a fim de garantir a segurança e ter conhecimentos das medidas a serem seguidas diante de situações de emergência e participação da mesma nas ações implementadas.

### 3 SITUAÇÃO E PRESSUPOSTOS

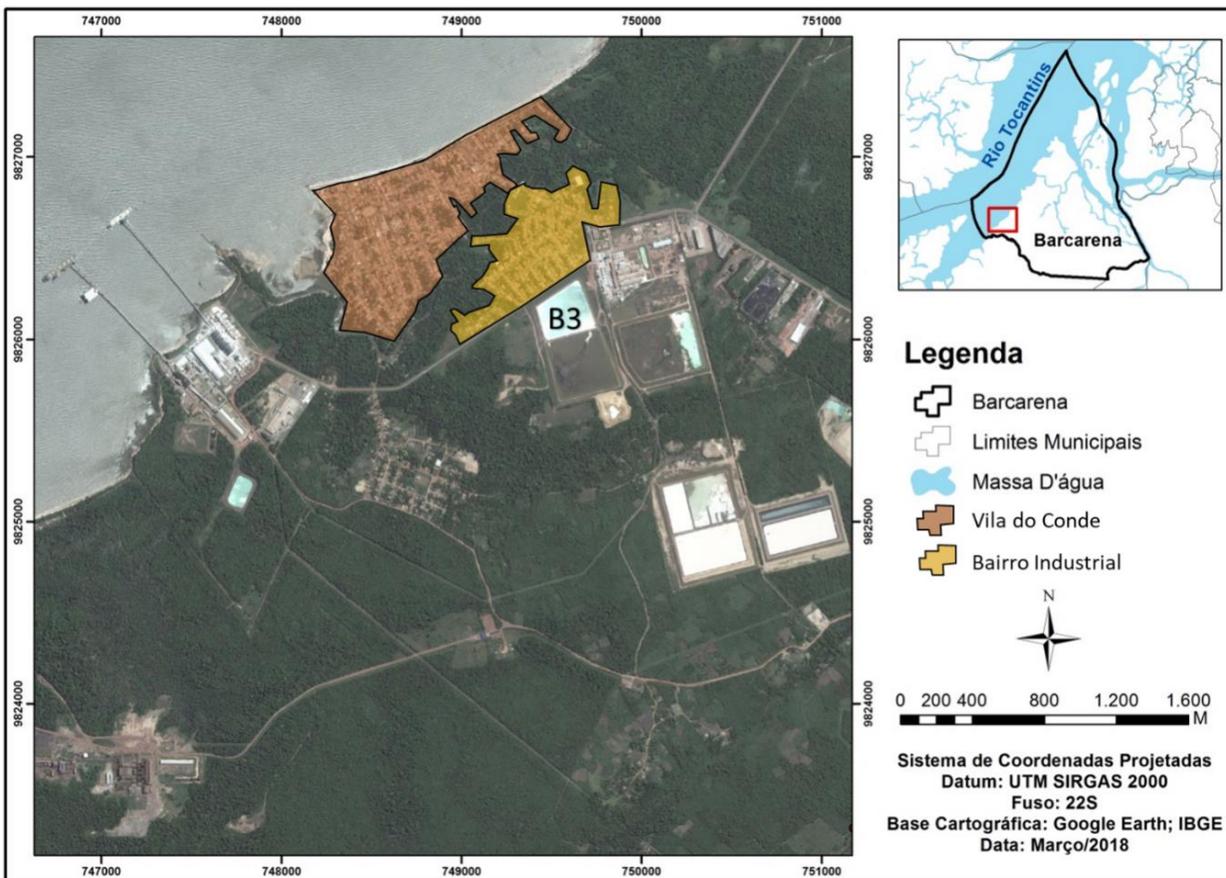
O Plano Emergencial para rompimento de barragens e vazamento de caulim do município de Barcarena foi desenvolvido a partir da análise das avaliações dos riscos e dos cenários vulneráveis identificados como prováveis e relevantes hipóteses de desastres. Levou ainda em consideração alguns pressupostos para o planejamento, como: contextualização do problema, identificação de áreas possivelmente atingidas e informações do Plano de Ação Emergencial (PAE, 2016) bem como o histórico de acidentes pretéritos com barragens na localidade e vulnerabilidade das populações analisada. Estas foram as como premissas adotadas para o plano e consideradas importantes para sua compreensão e utilização.

#### 3.1. SITUAÇÃO

O município paraense de Barcarena está situado na latitude 1°31'08"S e longitude 48°37'01"W, com 1.310,330 km<sup>2</sup> de área e 99.859 habitantes, segundo o censo de 2010 (IBGE, 2010), e com população estimada em 2018 de 122.294 habitantes (IBGE, 2018). O município viveu sua transformação econômica a partir da implantação de projetos de beneficiamento da bauxita (matéria prima do alumínio) e do caulim em seu território (BARROS, 2009), e pelas atividades portuárias.

Em 1970, segundo informações oficiais do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 79,12% da população economicamente ativa estavam ligados à atividade agropecuária, ao extrativismo vegetal e à pesca, concentrando a economia do município no meio rural, onde também estava assentada a maior parte da população. A instalação de empresas de transformação mineral na Vila do Conde (décadas de 1980 e 1990) ocasionou um acelerado crescimento populacional, pelo fato de esses projetos disporem de atrativos, os quais vêm causando problemas socioambientais, interferindo diretamente na relação entre as populações e os recursos naturais existentes na região (SILVA; BORDALO, 2010). As localidades do bairro Industrial e da Vila do Conde nas proximidades da barragem da empresa Ímerys já foi impactado nos anos de 2004, 2006, 2007, 2011, 2012, 2013, 2014 e 2016 desde a instalação da indústria mineral de Barcarena (CPC RENATO CHAVES, 2017).

Figura 1 - Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Produção própria

### 3.2 PRESSUPOSTOS DO PLANEJAMENTO

Para a utilização deste plano, admite-se que as seguintes condições e limitações estarão presentes. Tais como:

- A capacidade de resposta dos órgãos de emergência não sofre alterações significativas nos períodos noturnos, de feriados e de final de semana (ex. Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, SAMU), enquanto os demais órgãos dependerão de um plano de chamada para sua mobilização nos períodos fora do horário comercial (ex: Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Secretaria Municipal de Saúde);

- O tempo de mobilização de todos os órgãos envolvidos neste plano é de no máximo 1 (uma) hora, independente do dia da semana e do horário do acionamento;
- A mobilização dos órgãos estaduais de emergência ocorrerá após ser autorizada;
- O monitoramento deverá ser capaz de estabelecer as condições para um alerta Imediato indicando a possibilidade de ocorrências para rompimentos e 5 (cinco) minutos para vazamentos;
- Os sistemas de telefonia celular e rádio comunicação não serão afetados pelos eventos descritos nos cenários acidentais;
- O acesso às regiões será limitado ou interrompido devido à instabilidade do cenário de rompimento ou vazamento da barragem e à possível obstrução das vias de acesso;
- A disponibilidade inicial de recursos financeiros será avaliada de acordo com a gravidade do caso, a partir da decretação da situação de emergência.

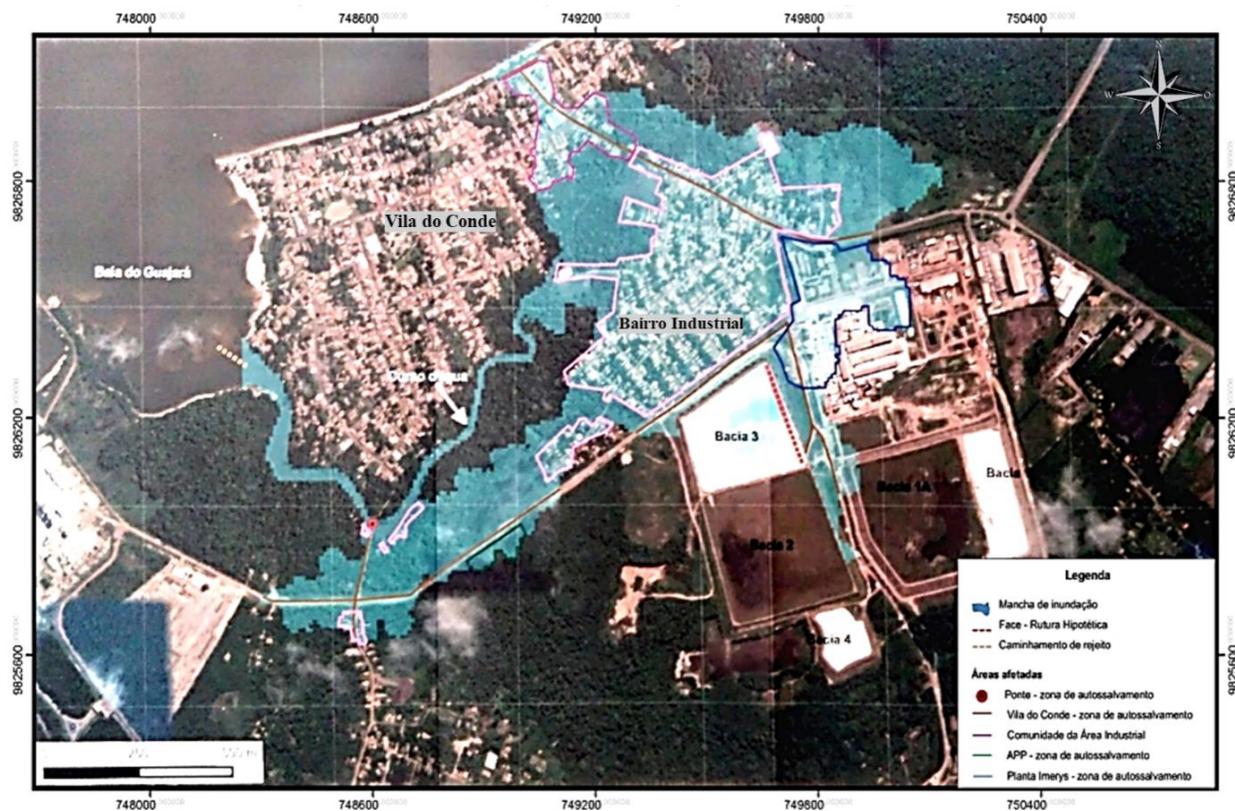
### 3.3 CENÁRIOS DE RISCO

**Nome do risco:** Rompimento de barragens e vazamento de rejeitos de caulim nas comunidades próximas e rede hidrográfica local.

**Local:** Bairro Industrial, Vila do Conde.

**Descrição:** As áreas possivelmente atingidas, pela mancha de inundação, apresentam diversidade ao uso em caso de rompimento da Bacia B3. Onde potencialmente estão passíveis: a própria planta da empresa, urbanas consolidadas, áreas urbanas áreas em desenvolvimento, várzeas, comunidades ribeirinhas, além da rede fluvial da região chegando até a praia de Vila do Conde e baía do Guajará (Figura 2). Na imagem também é possível identificar as zonas de autossalvamento, que são áreas onde não haveria tempo hábil para que houvesse atuação das equipes de socorro, sendo necessário que os indivíduos se mobilizem de forma autônoma para os pontos de encontro seguros (ANA, 2017)

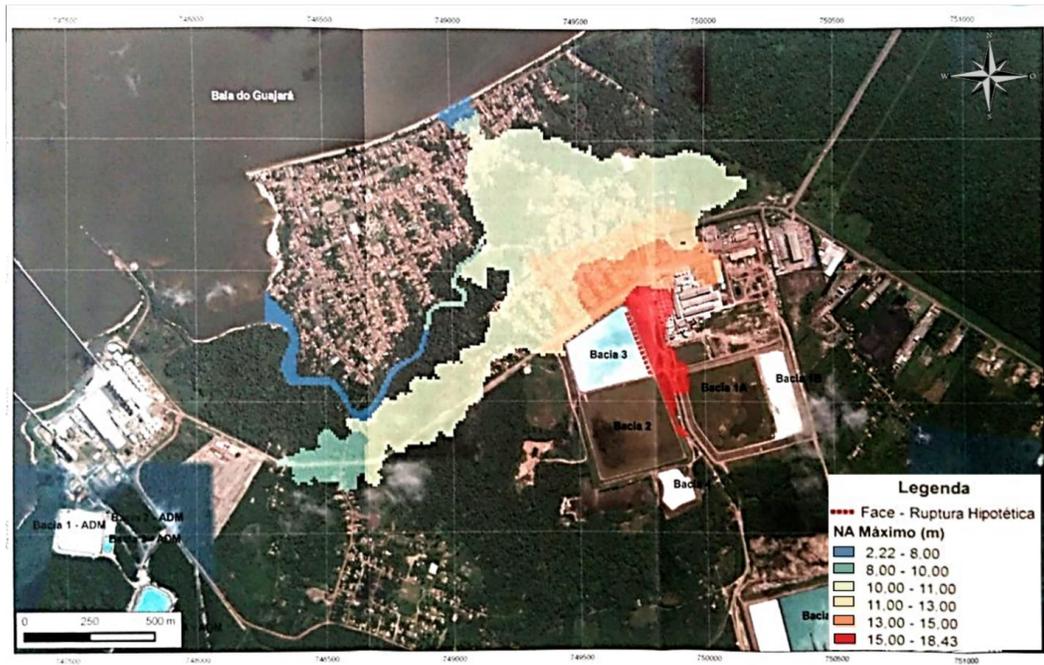
Figura 2 - Mapa da Mancha de Inundação de Ruptura Hipotética da Barragem Bacia 3.



Fonte: Ímerys (2016)

Na figura 3 temos o nível de água (NA) máximo em metros que atingiria cada região afetada pela mancha de inundação de acordo com Ímerys (2016).

Figura 3 - Mapa de Nível de água máximo de Ruptura Hipotética da Barragem Bacia 3.



Fonte: Ímerys (2016)

#### **4 RESUMO HISTÓRICO DOS DESASTRES COM CAULIM OCORRIDOS EM BARCARENA**

1996: Início da lavra do caulim pela PPSA e instalação de mineroduto de 180km de Ipixuna até Barcarena.

2004: Devido falta de manutenção dos equipamentos a empresa, ocorreu a contaminação da água e do solo, provocando alterações na cor, cheiro e sabor da água levando a mortandade de peixes.

2006: Infiltração e vazamento na bacia de rejeitos de caulim nº03 (B3), provocando alteração da cor da água dos poços das residências.

2007: Ocorreu um grande vazamento de caulim causado por uma fissura no depósito dos dejetos da fábrica, se tornando um dos maiores acidentes industriais com danos ambientais já registrado na Amazônia até então. O vazamento somado ao fluxo usual da empresa, contaminou rios e riachos da região. O informe técnico do Ministério da Saúde relatou “impactos ambientais gravíssimos”, devido à alta contaminação da água (PORTAL ORM, 2008).

2011: Rompimento de mineroduto e vazamento de polpa de caulim provocando alteração na cor da água dos corpos hídricos da região.

2012: Vazamento de caulim do duto da empresa, afetando os igarapés Maricá e Dendê com a mudança da coloração da água (Figura 4).

2013: Acidente ocasionado na substituição de mineroduto provocou o vazamento de caulim afetando a coloração da água do igarapé Curuperé.

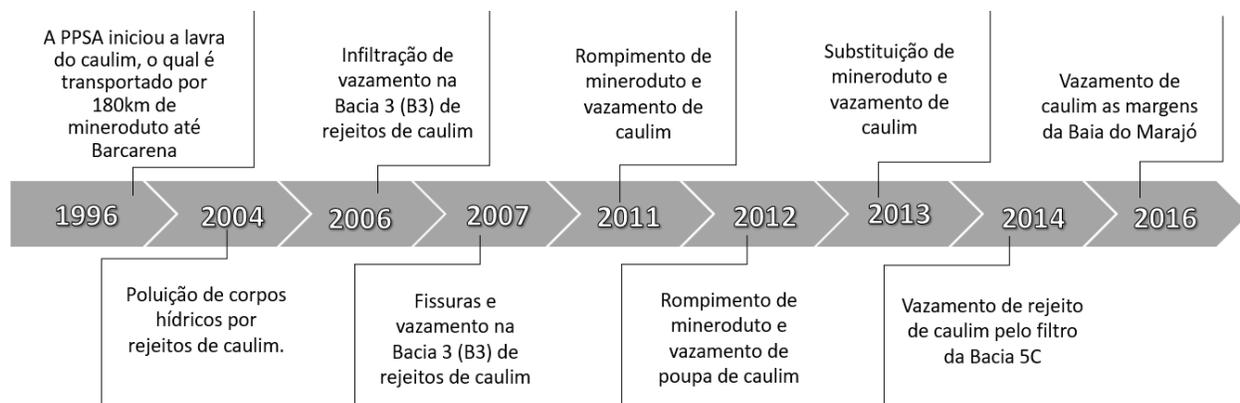
2016: Vazamento de rejeito de caulim e alteração da coloração da água atingindo a Baía do Marajó e até o porto da mineradora (Figura 5).

Figura 4 - Rio Dendê e comunidade denominada Ilha São João.



Fonte: Lemos (2018).

Figura 5 – Linha do tempo com os eventos de acidentes com caulim em Barcarena.



Fonte: Centro de Perícias Científicas: Renato Chaves (2017)

#### 4. 1. FATORES CONTRIBUINTE

Neste ponto, podemos evidenciar, o risco de rompimento das barragens Bacia B3, altos índices pluviométricos na região, rede hidrográfica bastante utilizada para transporte, pesca, lazer das comunidades, bem como a praia do Caripi é um importante ponto turístico no município a qual também se encontra em risco.

## 5. EVOLUÇÃO E POSSIBILIDADE DE MONITORAMENTO E ALERTA

Após o vazamento dos rejeitos de caulim, esses se espalham rapidamente por todos os rios e igarapés próximos, chegando até mesmo ao porto de vila do conde (ÍMERYYS, 2016). Deve ser instalado um sistema de monitoramento de rompimento ou vazamento que possibilite a contenção antes da contaminação dos rios. A comunidade também deve ser alertada imediatamente para que evitem o consumo da água, caso a contaminação ocorra. Deve ser realizado um treinamento do corpo com voluntários, preferencialmente que residam nas comunidades com possibilidades de serem atingidas, e nas localidades próximas.

Devem ser realizados simulados para que seja efetivado o abandono de áreas que com risco de serem atingidas pela onda de cheia, de modo que a população residente das áreas afetadas possa ter conhecimento das rotas de seguranças e pontos de encontro seguros (Figura 6).

Figura 6 - Mapa dos Pontos de encontro e rotas seguras



Fonte: Ímerys (2016)

## 5.1 SISTEMA DE ALERTA

A caracterização do sistema de alerta se dará de acordo com a seguinte classificação dos níveis de segurança e risco de acordo com o estabelecido pelo sistema de alertas do SEDEC, (2017) VERDE - OBSERVAÇÃO; AMARELO - ATENÇÃO; LARANJA - ALERTA e VERMELHO – ALERTA MÁXIMO.

Tabela 1 – Níveis de Segurança

<p><b>Nível 1</b></p>	<p><b>Observação</b></p> <p>Não há indicativos de alterações que provoquem mudança no nível de segurança.</p>
<p><b>Nível 2</b></p> <p>Situação adversa, ainda controlável pelo empreendedor</p>	<p><b>Atenção</b></p> <p>Segurança da estrutura afetada, porém de maneira remediável. A situação pode ser controlada internamente pelo empreendedor, contudo demanda a realização de inspeções especiais.</p>
<p><b>Nível 3</b></p> <p>Situação adversa do nível 2 não extinta ou não controlada</p>	<p><b>Alerta</b></p> <p>Situação Adversa não extinta ou não controlada. (Deve ser emitido o alerta a população para se mobilizar às Zonas de autossalvamento)</p>
<p><b>Nível 4</b></p> <p>Situação Adversa fora de controle pelo empreendedor</p>	<p><b>Alerta Máximo</b></p> <p>A situação adversa encontra-se fora do controle do empreendedor e está afetando a segurança estrutural da barragem de maneira severa e irreversível. Um acidente é inevitável ou a estrutura já está em colapso.</p>

Fonte: (ÍMERIS-PSB,2016) adaptado.

Obs. Qualquer alteração no nível de segurança deverá ser comunicada de imediato a COMDEC/Barcarena.

Os eventos adversos são classificados quanto ao nível de emergência e quanto ao auxílio e redução do tempo de resposta para execução das ações e procedimentos (Tabela 2). Cabe

destacar que as situações apresentadas são somente um indicativo inicial, sendo que toda e qualquer anomalia identificada deve ser avaliada por profissional treinado.

Tabela 2 – Guia para determinação do nível de segurança.

<b>Situação</b>	<b>Evento Adverso/anomalia</b>	<b>Nível de Emergência</b>
Nível de água no reservatório (NA)	A borda livre no reservatório está abaixo da recomendada.	2
	O NA atingiu a crista da barragem.	3
	NA ultrapassou a crista da barragem.	4
Percolação de água não controlada no maciço ou na fundação	Identificação de pontos com umidade ou urgência de água nos taludes e região a jusante do barramento.	2
	Identificação de carreamento de sólido e aumento da turbidez da água.	3
	Aumento ou redução considerável nas vazões medidas sem causa aparente.	4
Trincas	Surgimento de trincas sem infiltração.	2
	Surgimento de trincas com infiltração.	3
	Aumento rápido das trincas ou ruptura de taludes.	4
Movimentação do Talude	Movimento Visual.	2
	Deslizamento da encosta do talude.	3
	Desmoronamentos súbitos provenientes de talude.	4

Fonte: (Ímeris-PSB,2016) adaptado.

## 6 OPERAÇÕES

### 6.1 OPERAÇÃO: APLICAÇÃO EM SITUAÇÕES ADVERSAS

A operação antes, durante e após as situações adversas são baseadas em procedimentos da SEDEC (2017)

- A resposta a ocorrências de rompimento de barragens e vazamento de rejeitos de caulim no município de Barcarena – PA, será desenvolvida nas diferentes fases do desastre: no pré-desastre, e no desastre propriamente dito e na desmobilização;
- Na fase do pré-desastre, o monitoramento será feito por meio do acompanhamento de boletins meteorológicos, monitoramento da borda livre da bacia de rejeitos, níveis de rejeitos de caulim nas barragens de contenção pela empresa Ímerys 24h por dia, 7 dias por semana, a mesma deverá enviar relatórios mensais a defesa civil do município de Barcarena e a Secretaria de Meio Ambiente de Barcarena, que a qualquer momento poderão solicitar vistoria nas barragens de rejeitos;
- Sempre que uma situação caracterizada como alerta for identificada, esta notificação será repassada à coordenadoria municipal de defesa civil, por meio de linha telefônica exclusiva para situações de emergência;
- O alerta poderá ser determinado pelo coordenador municipal de defesa civil, e quando necessário será realizado e atualizado para outros órgãos de resposta e por comunicação via rádio ou telefone para as comunidades afetadas;
- O sistema de alarme poderá ser determinado pela defesa civil municipal, e quando necessário será realizado e atualizado para outros órgãos de resposta e comunicação via rádio ou telefone para as comunidades afetadas, além de alarme sonoro que seja audível a uma distância de 5km do local do desastre (Figura 7);
- A coordenação da resposta na fase do pré-desastre será realizada pela coordenadoria municipal de defesa civil;
- Na fase do desastre, os primeiros recursos serão mobilizados logo após o impacto, pela coordenadoria de defesa civil municipal e será convocado o conselho de emergência de

defesa civil para coordenar as ações de forma integrada com os demais órgãos que compõem este plano;

- O acionamento do Corpo de voluntários para emergências será feito pela COMDEC/Barcarena, sendo avaliado o número e as qualificações dos voluntários para as operações.

Figura 7 - Mapa de Localização e área de alcance do sistema de alarme sonoro



Fonte: Ímerys (2016)

- A mobilização adicional de recursos durante as fases seguintes será feita por meio do conselho de emergências da defesa civil;
- A solicitação de recursos de outros municípios e do nível estadual ou federal será feita por meio do Coordenador geral de defesa civil do município;
- A estrutura de operações de resposta será organizada de acordo com a matriz das funções de suporte a desastres, estabelecendo ações para no socorro: salvamento, atendimento pré-hospitalar, evacuação. – na assistência às vítimas: abrigo, doações, assistência médica,

atendimento ambulatorial e hospitalar, etc – reabilitação de cenários: contenção de vazamentos, reconstrução das estruturas de contenção de rejeitos, fornecimento de água potável;

- O suporte às operações de resposta será realizado primeiramente pelos próprios órgãos envolvidos, passando a ser realizado de forma integrada, utilizando recursos para fornecimento imediato de água potável e alimentação, transporte de equipes de operadores;
- Os procedimentos administrativos e legais decorrentes da situação de anormalidade serão de responsabilidade da secretaria de meio ambiente de Barcarena, que contará com o apoio do setor jurídico do gabinete do prefeito;
- A coordenação da resposta na fase do desastre será realizada pela coordenação municipal de defesa civil que montará posto avançado na Vila do conde ou as proximidades do bairro Industrial (o que oferecer melhor suporte e condições das ações necessárias);
- A desmobilização será feita de forma organizada e planejada, priorizando os recursos externos e mais impactados nas primeiras operações;
- A desmobilização deverá ordenar a transição da reabilitação de cenários para a reconstrução, sem que haja solução de continuidade no acesso da população aos serviços essenciais básicos;
- A coordenação da resposta na fase de desmobilização será realizada pela defesa civil municipal.

## 6.2 ATIVAÇÃO: CRITÉRIOS E AUTORIDADE

### 6.2.1 Critérios

O Plano será ativado sempre que forem constatadas as condições e pressupostos que caracterizam um dos cenários de risco previstos, seja pela evolução das informações monitoradas, pela ocorrência do evento ou pela dimensão do impacto, em especial:

- Quando o montante de rejeitos nas barragens for igual ou superior a margem de segurança da borda livre do reservatório de 1 (um) metro de acordo com o estabelecido no PSB (ÍMERYS, 2016).

- Quando a ocorrência de pluviosidade intensa elevando o nível dos reservatórios até o limite de segurança.

### **6.2.2 Autoridade**

O Plano Municipal de Contingência poderá ser ativado pelas seguintes autoridades:

- Coordenador Geral de defesa civil municipal;
- Coordenador de desastres da defesa civil municipal;
- Conselho municipal de defesa civil.

## **6.3 PROCEDIMENTO**

Após a decisão formal de ativar o Plano Municipal de Contingência as seguintes medidas serão desencadeadas:

O Coordenador Municipal de Defesa Civil ativará o plano de chamada, o posto de comando e a compilação das informações;

Os órgãos mobilizados ativarão os protocolos internos definidos de acordo com o nível da ativação (atenção, alerta, alarme, resposta).

## **6.4 DESMOBILIZAÇÃO**

### **6.4.1 Critérios**

O Plano de Emergência será desmobilizado sempre que forem constatadas as condições e pressupostos que descaracterizam o cenário de risco previsto, podendo ocorrer pela evolução das informações monitoradas, pela não confirmação da ocorrência do evento ou pela dimensão comprovada do impacto, em especial:

- Quando a houver a total contenção dos vazamentos de rejeitos de caulim;
- Quando o caulim vazado nos rios for neutralizado;
- Quando forem reconstituídas as estruturas de contenção rompidas;

- Quando a ocorrência de Rompimento de barragens ou vazamento de caulim não for confirmada por meio da Secretaria de meio ambiente de Barcarena.

#### **6.4.2 Autoridade**

O Plano de Emergência poderá ser desmobilizado pela seguinte autoridade: Coordenador Municipal de Defesa Civil.

#### **6.4.3 Procedimento**

Após a decisão formal de desmobilizar o Plano de emergência as seguintes medidas serão desencadeadas:

- Os órgãos mobilizados ativarão os protocolos internos definidos de acordo com o nível da desmobilização (total ou retorno a uma situação anterior);
- O coordenador de desastres desmobilizará o plano de chamada, o posto de comando e a compilação das informações.

## **7. REVISÃO E AMPLIAÇÃO**

Este plano deverá ser revisado anualmente ou sempre que as condições de aplicação sofrerem alterações para sua implementação e ampliada a aplicação para situações semelhantes. O Plano de emergencial para rompimento de barragens e vazamentos de rejeitos de caulim no município de Barcarena-PA poderá ser usado como base para a construção de outros planos com aplicações similares na mesma área de abrangência.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA-Brasil). **Resolução 236/17** de 30 de janeiro de 2017: Regulamentação do Plano de Ação de Emergência – PAE

BARROS, Márcio Júnior Benassuly. **Mineração, finanças públicas e desenvolvimento local no município de Barcarena-Pará**. 2009. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

BRASIL. **Lei no 12.608/2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC). 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm) . Acesso em: 21 mar. 2017.

BRASIL. **Lei no 12.983/2014**. Altera a Lei n o 12.340, de 1º de dezembro de 2010, para dispor sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades os Estados, Distrito Federal e Municípios e dá outras providências. 2014. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/112983.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/112983.htm)>. Acessado em: 04.06.2018.

CAULIM vaza de novo em rio. **PORTAL ORM**. 3 de mar. 2008. Disponível em: <http://www.skyscrapercity.com/archive/index.php/t-590042.html>. Acesso em: 10 out. 2017.

COELHO, Maria Célia Nunes; MONTEIRO, Maurílio de Abreu; SANTOS, Ivaneide Coelho. Políticas públicas, corredores de exportação, modernização portuária, industrialização e impactos territoriais e ambientais no município de Barcarena, Pará. *In: Novos Cadernos NAEA*, v. 11, n. 1, jun. 2004. p. 141-178.

DEFESA CIVIL. **Gestão de risco. Plano de contingência. Santa Catarina, SC, 2013**. Disponível em: <http://www.defesacivil.sc.gov.br/index.php/gestao-de-risco2013/plano-de-contingencia-2013.html>. Acesso em: 30 de agosto de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Barcarena (PA)**. IBGE Cidades, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=150130>. Acesso em: 05 out. 2017.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Mapa da injustiça ambiental e saúde no Brasil: Mineração de caulim contamina recursos hídricos e compromete a subsistência de comunidades da Vila do Conde, em Barcarena**. 2014 Disponível em: <http://www.conflitoambiental.icict.fiocruz.br/index.php?pag=ficha&cod=72>. Acesso em: out. 2017.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). **Instrução Normativa no 02**, de 20 de dezembro de 2016. Anexo VI. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/documents/10157/4114552/Anexo+VI++Conceitos.pdf/548a1835-db4f-435d-8c3b-b3f4d6e78291>. Acesso em: maio 2018.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Departamento de Minimização de Desastres. **Módulo de formação: elaboração de plano de contingência: livro base**. Brasília, DF, 2017.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL (MI). **Manual de Orientações para a Produção do Plano Municipal de Contingencia**. Brasília, DF, 2012.

SILVA, Flávia Adriane Oliveira da; BORDALO, Carlos Alexandre Leão. **Uma Análise Socioambiental do Rio Murucupi em Barcarena - PA**, 2010. V Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), Florianópolis, out. 2010.