



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

# IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 10, Issue, 08, pp. 38671-38675, August, 2020

<https://doi.org/10.37118/ijdr.19579.08.2020>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

## VULNERABILIDADE DAS POPULAÇÕES À ACIDENTES COM BARRAGEM DE CAULIM: ESTUDO DE CASO EM BARCARENA (PARÁ)

Marcio dos Santos Avelar<sup>1</sup> and Milena Marília Nogueira de Andrade<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Geógrafo, Mestre em Gestão de Riscos e Desastres Naturais pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil

<sup>2\*</sup>Geóloga, Doutora em Desenvolvimento Socioambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil. Docente da Universidade Federal Rural da Amazônia e da Pós-Graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 20<sup>th</sup> May 2020

Received in revised form

13<sup>th</sup> June 2020

Accepted 28<sup>th</sup> July 2020

Published online 26<sup>th</sup> August 2020

#### Key Words:

Risco, Mineração, Gestão de desastres

#### \*Corresponding author:

Milena Marília Nogueira de Andrad

### ABSTRACT

**Objetivo:** Analisar a vulnerabilidade da população localizada no bairro Industrial e na Vila do Conde localizadas no entorno de uma bacia de rejeitos de caulim no município de Barcarena (PA). **Método:** A metodologia desta pesquisa iniciou com a obtenção de dados secundários do município e do Plano de Ação de Emergência da barragem. Foram obtidos dados primários durante um trabalho de campo no qual foi feita a aplicação de 143 questionários na área de estudo. **Resultados:** A vulnerabilidade das populações é caracterizada por uma população de baixa renda (71%), evidenciado pela renda familiar inferior a 1 (um) salário mínimo; de baixa escolaridade (29% dos entrevistados não possuem nem o ensino fundamental completo); e pela presença de grupos mais vulneráveis, pois em 60% das residências há pelo menos 1 (uma) criança, em 37% das habitações há pessoas idosas e em 4% famílias com pessoas portadores de necessidades especiais. **Conclusão:** A área possui grupos de alta vulnerabilidade e portanto, é necessário que haja uma intervenção do poder público para realizar ações preventivas e de mitigação junto à população, e estabelecer bases para criação de plano de emergência para a atuação deste, caso ocorra um evento de desastres na área de estudo.

Copyright © 2020, Marcio dos Santos Avelar and Milena Marília Nogueira de Andrade. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Citation:** Marcio dos Santos Avelar and Milena Marília Nogueira de Andrade. "Vulnerabilidade das populações à acidentes com barragem de caulim: estudo de caso em Barcarena (Pará)", *International Journal of Development Research*, 10, (08), 38671-38675.

### INTRODUCTION

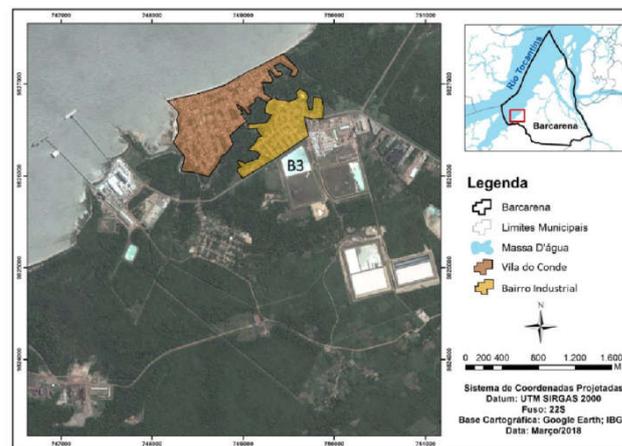
As barragens são estruturas construídas nas atividades de mineração para destinação de rejeitos provenientes do processamento mineral. Os rejeitos correspondem a fração fina e economicamente não aproveitada durante o tratamento do minério bruto (Luz e Lins, 2010). Na disposição dos rejeitos em barragem, 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). A legislação que trata especificamente sobre as barragens é a Política Nacional de Segurança de Barragens (Lei nº 12.334/2010). Esta lei define a responsabilidade legal sobre a segurança dos barramentos e a competência do órgão fiscalizador. Os procedimentos de segurança consistem na condição de manter a integridade estrutural e operacional da

barragem, bem como priorizar a preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente nas áreas que seriam potencialmente 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. O Brasil possui um histórico recente de acidentes conta com o rompimento da barragem de minério de ferro, em dezembro de 2015 no município de Mariana (MG) e em janeiro 2019 o rompimento da barragem de Brumadinho. Esta última com o maior número de vítimas e até o momento contabiliza 259 óbitos e 11 pessoas desaparecidas (G1, 2020). A repetição desse tipo de sinistro ocorreu mesmo com avanços na legislação. Pois, 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 *et al.*, 2012).

O estado do Pará possui grandes reservas minerais e o processamento desses minérios incluem no seu fluxograma operacional a destinação do rejeito em barragens. Dentre os municípios com potencial mineral, Barcarena conta com um complexo industrial-portuário que inclui as empresas Hydro-Alunorte e Imerys dentre as principais com beneficiamento de bauxita e caulim, respectivamente, as quais fazem uso de barragens de rejeitos de minério em seu processo produtivo (FAPESPA, 2017). Acidentes recentes envolvendo a área industrial de Barcarena já causaram impactos referentes à contaminação de corpos hídricos superficiais e subterrâneos com caulim, ruptura de dutos, e vazamentos de caulim e de bauxita (Nascimento e Hazeu, 2015). Além disso, Naka *et al.* (2020) analisaram uma exposição ao Cádmiio nos residentes na área próximo à área industrial que utilizam água da rede geral de abastecimento e das proximidades de áreas industriais áreas. Com relação a barragem de caulim, o principal acidente ocorreu no dia 11 de junho de 2007, com o vazamento da bacia de rejeitos B3, que causou derramamento de grande quantidade de rejeitos de caulim nos igarapés Curuperé e Dendê, chegando até o rio Pará (Avelar, 2019). Esta barragem é classificada de baixo risco, porém de alto dano potencial associado (ANM, 2020). Apresentando esses fatos, e dada a proximidade da barragem com áreas urbanas e ribeirinhas ocupadas, o objetivo desse estudo foi analisar a vulnerabilidade da população potencialmente atingida caso eventos de quebra de barragem de caulim no venham a ocorrer no município de Barcarena (Pará).

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no município de Barcarena, no estado do Pará, situado na latitude 1°31'08"S e longitude 48°37'01"W, que possui uma extensão territorial de 1.310,330 km<sup>2</sup> e conta com 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 (PDDUB, 2006). Barcarena vivenciou uma transformação econômica com a implantação de um complexo portuário e com os projetos de beneficiamento de minérios da bauxita e do caulim (Nascimento e Hazeu, 2015). A instalação de empresas de transformação mineral em Vila do Conde (décadas de 1980 e 1990) ocasionou uma atração populacional, devido a possibilidade de empregabilidade de mão de obra (Silva e Bordalo, 2010). Na área da empresa Imerys 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. 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 721.515m<sup>3</sup> (ÍMERYS, 2018). De acordo com o Plano de Segurança de Barragens (PSB) da Imerys, as características técnicas incluem na crista uma elevação de 22 metros e taludes a montante de até 16 metros (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 Imerys (Figura 1).



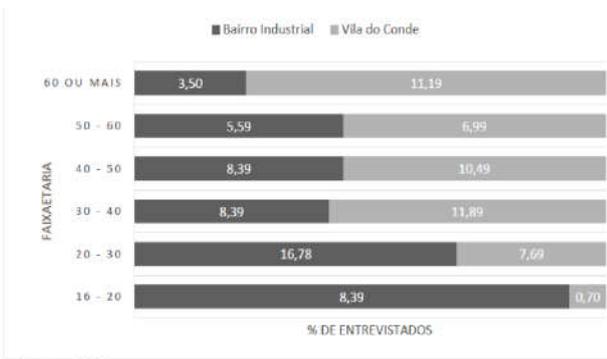
Fonte: O autor (Imagem base do Google Earth Pro) 2018.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo

A metodologia incluiu pesquisa bibliográfica, atividades de campo e análise estatística. A pesquisa bibliográfica iniciou com a caracterização da área de estudo e do processo produtivo do caulim a partir de artigos e órgãos oficiais do governo. As atividades de campo ocorreram nos bairros Industrial e Vila do Conde, pois estes seriam os bairros afetados com a simulação hipotética do rompimento realizado pela Imerys (Imerys, 2016). 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%. No Bairro Industrial foram realizadas 73 entrevistas, e na Vila do Conde, foram realizadas 70 entrevistas. O questionário foi composto por 7 itens relacionados à vulnerabilidade totalizando. Os participantes assinaram um termo de consentimento que informava sobre os fins que se destinava a pesquisa. 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, e a presença de grupos vulneráveis. A escolha dessas variáveis foi baseada nos autores Cutter *et al.* (2003) e Andrade e Szlafsztein (2018).

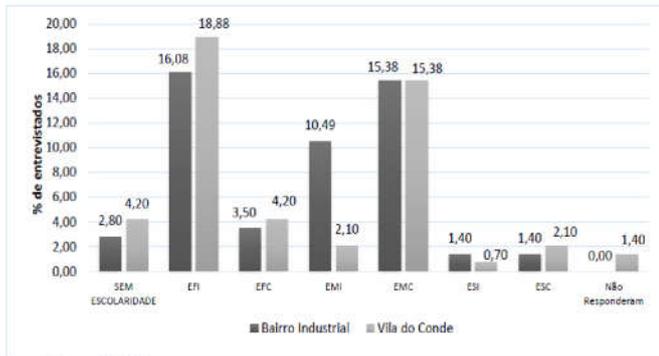
## RESULTADOS

Na área de estudo 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 é maior a presença de jovens até 30 anos (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, 32% no bairro Industrial e 30% em Vila do Conde. No que diz respeito à escolaridade, o ensino fundamental incompleto é o grau de estudos que apresenta a maior frequência entre os entrevistados (35%). Esse nível de escolaridade é maior em pessoas com a faixa etária acima dos 50 anos de idade (51,92%). 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 2). Entre esse grupo de baixa escolaridade (sem escolaridade e fundamental incompleto) é representado em sua maioria por



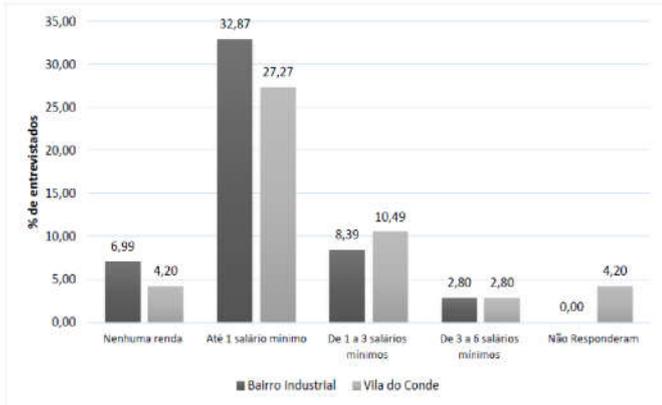
Fonte: O autor (2019)

**Gráfico 1. Faixa etária dos moradores entrevistados da área de estudo**



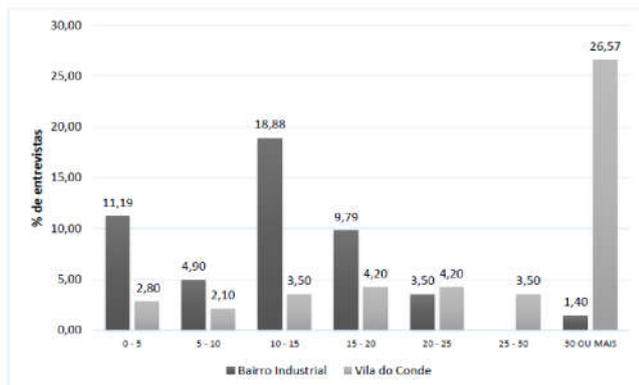
Fonte: O autor (2019)

**Gráfico 2. Escolaridade dos moradores entrevistados da área de estudo**



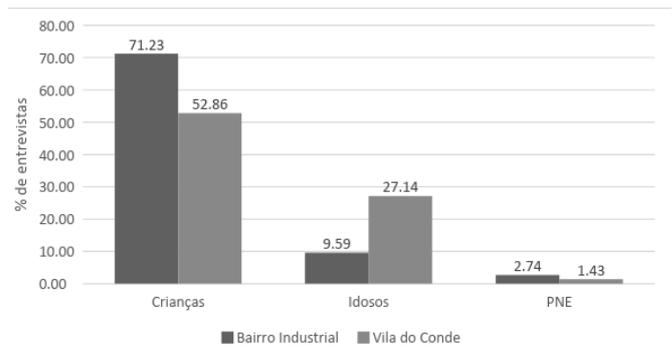
Fonte: O autor (2019)

**Gráfico 3. Renda familiar dos moradores entrevistados da área de estudo**



Fonte: O autor (2019)

**Gráfico 4. Tempo de moradia dos entrevistados da área de estudo**



**Gráfico 5. Presença de idosos, crianças e portadores de necessidades especiais na área de estudo**

mulheres, sendo que 42 entrevistadas repassaram essa informação (29,37% do total dos entrevistados); quando comparado esse dado apenas com as mulheres que participaram da pesquisa chegamos ao percentual de 47,19%. A porcentagem para cada grau de escolaridade é similar em ambos os bairros. Em relação aos rendimentos familiares observa-se que a maior parte dos entrevistados, 60,14% dos moradores, possuem 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 3). Entre os entrevistados que informaram possuir renda entre 1 e 3 salários mínimos (18,88% das famílias). Somente 5,6% das famílias apresentaram renda superior a três salários mínimos. Com essa renda, de acordo com os dados levantados, as famílias precisam sustentar uma média de quatro pessoas.

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 4). 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. 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. 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 para a manutenção da família como pela própria condição em que as pessoas ocupam as acomodações. 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. Observa-se uma maior concentração de crianças no bairro industrial onde 71,2% das residências deste bairro possuem crianças (36,36% do total de entrevistados). Em Vila do Conde temos 52,9% das residências com crianças (23,78% do total de entrevistados). Portanto, temos 60,14% das

residências da área de estudo com pelo menos uma criança. 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 5). 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).

## DISCUSSÃO

A vulnerabilidade das populações pode ser analisada pelas características socioeconômicas do local. A importância da variável social não é apenas pela exposição aos riscos, mas também pela maior propensão da população para os impactos negativos dos perigos e desastres, e, pela análise de sua capacidade de resiliência (Adger *et al.*, 2004; Cutter *et al.*, 2003, 2010). A baixa escolaridade e baixa renda das populações da área de estudo evidenciam a vulnerabilidade local. 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. Em estudos anteriores na Amazônia a baixa escolaridade é uma realidade nas populações mais vulneráveis (Bezerra e Andrade, 2018; Andrade e Szlafsztein, 2018). Entre esse grupo de baixa escolaridade (sem escolaridade e fundamental incompleto), a maioria são mulheres (29,37% do total dos entrevistados; 47,19% de mulheres totais na pesquisa). As desigualdades de gênero, e ao acesso à educação e ao papel que muitas mulheres tem na sociedade como cuidadoras da casa e dos filhos influencia em sua vulnerabilidade, e é intedificado pela falta de escolaridade (UNISDR, 2009). 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).

Com relação ao tempo de residência mesmo pode contribuir para uma melhor percepção de risco das populações, e com isso melhorar a capacidade adaptativa dos mesmos (Andrade e Szlafsztein, 2018). Esses autores também apontam que a experiência prévia em agir perante a um risco diminui a vulnerabilidade. Logo, o tempo de residência longo expõe às populações às mais diversas situações. Questões de identidade e de sentimento de rede familiar também são importantes na resposta de potenciais desastres (Appleby-Arnold *et al.*, 2018). 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). Compreender a vulnerabilidade local à desastre tecnológico, a exemplo de uma potencial quebra de barragem, é fundamental para uma melhor gestão de riscos e desastres.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação de Gestão de Risco e Desastres na Amazônia, ao Corpo de Bombeiros Militar do Pará e a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil do Pará.

## REFERÊNCIAS

- Adger N, Brooks N, Bentham G, AgnewM, Eriksen S. 2004. New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research – Technical Report. 128p.
- Andrade MMN, Szlafsztein C. 2018. Vulnerability assessment including tangible and intangible components in the index composition: an Amazon case study of flooding and flash flooding. *Science of total Environment*. 630:903–912.
- Appleby-Arnold S, Brockdorff, N, Jakovljevic J, Zdravković S. 2018. Applying cultural values to encourage disaster preparedness: lessons from a low-hazard country. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 31:37-44.
- Avelar MS. 2019. Vulnerabilidade e percepção de risco de acidentes com barragens de caulim em Barcarena-PA. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará.
- ANM Agência Nacional de Mineração. SIGBM - Sistema de Gestão de Segurança de Barragem de Mineração. Acessado em: 23 jul 2020. Disponível em: <https://app.anm.gov.br/SIGBM/Publico/GerenciarPublico>.
- Bezerra PES, Andrade MMN. 2018. Análise Espacial da Vulnerabilidade Social com o Uso de Geotecnologias. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 7:124-139.
- 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.
- Cutter S, Boruff BJ, Shirley WL (2003). Social Vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84:242-261.
- Cutter S. 2010. The Social Sciences Perspectives on Hazards and Vulnerability Science. In: Beer T. (eds) *Geophysical Hazards*. International Year of Planet Earth. Springer, Dordrecht.
- DIEESE. Pesquisa nacional da Cesta Básica de Alimentos. Acesso em: 20 dez 2018. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/analisecestabasica/salarioMinimo.html#2018..>
- Dinçergök T. 2007. The Role of Dam Safety In Dam-Break Induced Flood Management. In: International Conference on River Basin Management, 1., Kos. Anais. Ankara: General Directorate Of State Hydraulic Works.
- G1. Brumadinho: familiares de vítimas aguardam por retomada de buscas suspensas na pandemia. Acesso em: 23jul2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2020/06/25/brumadinho-familiares-de-vitimas-aguardam-por-retomada-de-buscas-suspensas-na-pandemia.ghtml>.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Barcarena (PA) In: IBGE Cidades, 2010. Disponível em:

- <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=150130>>. Acesso em nov 2017. IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. Relatório Anual IBRAM. Brasília, 2016
- IMERYYS (2018). Ímerys no Pará. Acesso em 6 fev 2018. Disponível em: <[http://www.imeryynopara.com.br/pagina/?id=1&id\\_categoria=21](http://www.imeryynopara.com.br/pagina/?id=1&id_categoria=21)>.
- IMERYYS 2019. Espaço Caulim Casa Ímerys. Acesso 5 jan 2019. Disponível em: <[http://www.imeryynopara.com.br/pagina/?id=5&id\\_categoria=15](http://www.imeryynopara.com.br/pagina/?id=5&id_categoria=15)>.
- IMERYYS 2016. Plano de Segurança de Barragens - PSB. Volume V Plano de ação de emergência de barragem de mineração - PAEBM, Bacia 3 IRCC Barcarena.
- Luz AB, Lins FAF 2010. Introdução ao tratamento de minério. In: Luz AB, França JASS (Eds) Tratamento de Minérios, CETEM/MCT, Rio de Janeiro, pp 3-22.
- Naka KS, Mendes LCdosS, Queiroz TKL, Costa BNS, Jesus IM, Câmara VM, Lima MO 2020. A comparative study of cadmium levels in blood from exposed populations in an industrial area of the Amazon, Brazil. *Science of the Total Environment*. 698: 134309.
- Nascimento NSF, Hazeu MT 2015. Grandes empreendimentos e contradições sociais na Amazônia: a degradação da vida no município de Barcarena, Pará. *Argumentum*, 7(2):288–301.
- Neves P. 2018. Segurança de Barragens-Legislação Federal Brasileira em Segurança de Barragens Comentada. Acesso em: 05 ago 2017. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/assuntos/barragens/e-book-livre-legislacao-federal-brasileira-em-seguranca-de-barragens-autor-luiz-paniago-neves/view>. 67p.
- Perico, R. 2009. Identidade e território no Brasil. Brasília: IICA.
- PDDUB Plano Diretor do Desenvolvimento Urbano de Barcarena. Acesso em 2 mar 2018. Disponível em <<http://www.barcarena.pa.gov.br/portal/legislacao?tipo=home&titulo=PLANO%20DIRETOR%20DE%20DESENVOLVIMENTO%20URBANO2006>>.
- Silva FAO, Bordalo, CAL 2010. Uma Análise Sócio ambiental do Rio Murucupi em Barcarena - PA. V Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), Florianópolis.
- Torres HG 2000. A demografia do risco ambiental. In *População e meio ambiente: debates e desafios*. Senac, São Paulo.
- UNISDR 2009. Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive: Policy and Practical Guidelines. 163p. published by UNISDR, UNDP and IUCN. Geneva, Switzerland.

\*\*\*\*\*