

MINERAÇÃO E DESASTRES AMBIENTAIS COM REJEITOS DE BAUXITA E CAULIM
NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PARÁ-BRASIL-AMAZÔNIA*

MINING AND ENVIRONMENTAL DISASTERS WITH BAUXITE AND KAOLIN WASTE
IN THE MUNICIPALITY OF BARCARENA-PARÁ-BRASIL-AMAZÔNIA

Marcos Antonio de Queiroz Lemos

Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos-NAEA
Doutorando em Ciências: Desenvolvimento socioambiental (Brasil)
ORCID 0000-0001-6670-3671 marcoslemosdpc@yahoo.com.br

Márcia Aparecida da Silva Pimentel

Universidade Federal do Pará
Faculdade de Geografia-Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (Brasil)
ORCID 0000-0001-9893-9777 mapimentel@ufpa.br

RESUMO

O propósito deste trabalho é analisar os principais desastres ambientais ocorridos no município de Barcarena, estado do Pará, Amazônia Brasileira, ocorridos na atividade de beneficiamento de bauxita e caulim no período compreendido entre os anos de 2003 a 2018, causando degradação ambiental em corpos hídricos e nas comunidades próximas. A metodologia de pesquisa adotada para a elaboração deste artigo consistiu na revisão bibliográfica, legislação relativa à mineração e consulta a documentos oficiais de órgãos públicos como: inquéritos policiais, relatórios técnicos e laudos periciais. Foram analisados dados quantitativos e qualitativos sobre desastres ambientais registrados em nosso estado, causados pelo vazamento de rejeitos e efluentes líquidos derivados do beneficiamento desses minérios. Demonstrar-se-á, com os resultados deste estudo, que os recursos naturais, principalmente os hídricos, estão comprometidos pela mineração de bauxita e caulim, tornando-se necessária a execução de políticas públicas de gestão de riscos e desastres ambientais na Amazônia.

Palavras-chave: Amazônia, desastres ambientais, bauxita, caulim, mineração.

ABSTRACT

The purpose of this work is to analyse the main environmental disasters that have occurred in the municipality of Barcarena, Pará state, in the Brazilian Amazon. They took place during bauxite and kaolin processing operations in the period 2003 to 2018 and caused environmental degradation in water bodies and nearby communities. The research methodology adopted for the study consisted of a literature review, and consulting legislation related to mining and official documents from public agencies such as police inquiries, technical reports and expert reports. We analysed quantitative and qualitative data on environmental disasters recorded in our state, caused by the leakage of tailings and liquid effluents derived from the processing of these ores. The results of this study show that natural resources, especially water resources, are compromised by the mining of bauxite and kaolin, making it necessary to implement public policies for risk and disaster management in the Amazon.

Keywords: Amazon, environmental disasters, bauxite, kaolin, mining.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no III Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, tendo sido submetido em 15-06-2020, sujeito a revisão por pares a 22-06-2020 e aceite para publicação em 27-08-2020.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 28 (I), 2021, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Um dos maiores problemas decorrentes da mineração é a produção de rejeito, ou seja, de resíduos derivados dessa atividade. No Brasil e no mundo existem bilhões de toneladas desses rejeitos que oferecem um risco cada vez maior devido à insegurança da atividade, por falta de monitoramento contínuo e altos custos de manutenção (Guerra *et al.*, 2017; Aires *et al.*, 2018). Por isso, os desastres decorrentes do vazamento desse material não só são frequentes, mas também geram graves impactos sociais e ambientais.

Na literatura não há consenso a respeito do conceito de desastre. A definição do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (*United Nations Office for Disaster Risk Reduction - UNISDR*), é apenas uma das que se encontram em debate e se apresenta como adequada aos propósitos deste trabalho na medida em que constataremos que nos diversos desastres ambientais ocorridos em Barcarena, houve perdas materiais e ambientais de grande extensão, com grave perturbação nas comunidades locais. Segundo esse entendimento, por desastre compreende-se:

“Uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos” (UNISDR, 2009, p. 9).

Entretanto, não podemos deixar de mencionar a definição de desastre contida no Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina dos Desastres, da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil-SEDEC, órgão do Ministério do Desenvolvimento Regional-MDR (BRASIL, 2019), e no art. 2º, II, do Decreto Federal n.º 7.257/2010, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, sobre transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e dá outras providências (BRASIL, 2010). Ambos definem desastre como: “[...] resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (BRASIL, 2019, BRASIL, 2010).

No caso do Brasil, houve recentemente dois desastres, derivados de rompimento de barragem, que ganharam repercussão internacional. O primeiro, ocorreu em 5 de novembro de 2015, com o rompimento da barragem de Fundão, da mineradora Samarco, em Mariana-MG, tendo sido despejados no meio ambiente 45 milhões de metros cúbicos de rejeitos. O desastre causou a destruição

numa área de 1.469 hectares, impactando água, fauna e flora e a morte de dezanove pessoas (IBAMA, 2016, Aires *et al.*, 2018).

Anos depois, em 25 de janeiro de 2019, outro desastre de proporções maiores ocorreu com o rompimento da barragem do Feijão da empresa Vale, na cidade de Brumadinho-MG, provocando mais de 270 mortes, 24 desaparecidos e contaminação por lama tóxica, em mais de 300 km de recurso hídrico impactado (Laschefski, 2019). Para este autor, os dois eventos se figuram entre os maiores desastres ambientais do mundo no setor de mineração. Ambos demonstram o desinteresse das empresas de mineração e das autoridades públicas responsáveis pelo licenciamento dessas mineradoras.

No estado do Pará esses desastres também acontecem, ainda que em pequena escala. Constata-se que a exploração de minério tem grande importância para o PIB do estado, sendo que este concentra a maior província mineral do país (Mathis *et al.*, 2009). No conjunto de minérios explorados, destacam-se ferro, bauxita, cobre, caulim, manganês, níquel, ouro. De acordo com Ferreira (2015), a produção e o beneficiamento coloca o estado no 2º lugar na produção nacional. Esses destaques na produção, quando comparados aos aspectos socioambientais mostram uma grande contradição. No Pará, em 2015, um estudo realizado pelo Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada (IPEA) e Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA) demonstrou que o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) do estado se apresentou na faixa de “muito alta vulnerabilidade social” (Araújo, 2017) o que significa que os lucros da produção minerária não são investidos no desenvolvimento social e conservação ambiental, ou seja, bem estar social e qualidade ambiental.

A desigualdade entre os investimentos na dimensão econômica, os baixos indicadores do campo social (emprego, renda, escolaridade, saúde) e postergação na resolução dos problemas ambientais (desmatamento, contaminação, saneamento básico) são elementos fundamentais para associar os desastres ambientais ao conceito de injustiça ambiental. Para Herculano (2002), injustiça ambiental é “[...] o mecanismo pelo qual sociedades desiguais destinam a maior carga dos danos ambientais do desenvolvimento a grupos sociais de trabalhadores, populações de baixa renda, grupos raciais discriminados, populações marginalizadas e mais vulneráveis” (pág. 2).

O movimento chamado de justiça ambiental, afirma-se na percepção do fenômeno da imposição desproporcional dos riscos ambientais às populações carentes de recursos financeiros, políticos e informacionais. Este quadro tem sido denominado de injustiça ambiental, contrapondo-se a noção de justiça ambiental, para designar um quadro de vida futura no qual essa dimensão ambiental da injustiça social venha a ser superada (Acsegrad, 2009).

Para Morato Leite *et al.* (2015), os movimentos de justiça ambiental concluíram que o meio ambiente não é homogêneo, como não são homogêneas as consequências de sua degradação. A afirmação de um conceito de justiça socioambiental, baseia-se na necessidade de pinçar (no quadro maior da justiça ambiental), uma categoria específica de grupos atingidos: povos e comunidades tradicionais, não se contrapondo ao movimento da justiça ambiental, ao contrário, dela faz parte (Moreira, 2017). Na justiça socioambiental busca-se uma nota de afirmação de sujeitos, com um destaque textual advindo de um posicionamento político que visa sublinhar povos e comunidades tradicionais como atores de uma categoria de conflitos específicos, as relações entre território em suas dimensões ambientais, culturais e sociais. Por meio do reconhecimento da justiça socioambiental, se propõe o alinhamento da justiça ambiental com o socioambientalismo, compreendido como movimento estruturador de novos direitos (Moreira, 2017).

O socioambientalismo foi construído a partir da ideia de que as políticas públicas ambientais devem incluir as comunidades locais (possuidoras de conhecimento e práticas de manejo ambiental), encontrando terreno fértil para seu nascedouro no Brasil na segunda metade dos anos 80 e frutificando nas articulações políticas entre os movimentos sociais e o movimento ambientalista, colocando em xeque a visão ainda recorrente de uma parte do movimento ambientalista tradicional/preservacionista, para o qual as populações tradicionais e os pobres são uma ameaça à conservação ambiental e à proteção das unidades de conservação (Santilli, 2005).

É necessário, portanto, a compreensão da justiça socioambiental como um desdobramento da justiça ambiental, na tentativa de resguardar tanto a natureza, como as sociedades que dela dependem. O reconhecimento da justiça socioambiental nasce na busca de um meio termo entre a necessidade de justiça ambiental (populações afetadas pelas atividades econômicas) e a justiça ecológica (recuperação da natureza degradada). Nesse sentido, a justiça socioambiental, busca contemplar a necessidade social e ecológica (Mamede e Ferreira, 2015).

A atividade minerária de grande porte provoca desastres socioambientais de diferentes tipos e graus. Tampouco se devem desconsiderar as empresas de pequeno porte, pois embora invisíveis aos órgãos fiscalizadores, provocam alterações em termos de escala local (Lemos *et al.*, 2017). A descarga de resíduos minerais nos sistemas fluviais, causada por falhas nas barragens de rejeitos, é uma ameaça séria à qualidade da água, dos sedimentos, dos organismos aquáticos e pessoas que vivem a jusante (Guerra *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o objetivo desse artigo é analisar os desastres ambientais derivados do beneficiamento de minério de bauxita e caulim, nos rios Dendê e Murucupi,

nos igarapés Curupeté e Maricá, até a Baía do Marajó, cujos registros foram feitos no período de 2003 a 2018, no município de Barcarena, estado do Pará, Amazônia Brasileira. Os igarapés são entendidos como pequenos rios às vezes navegáveis (Ferreira, 2000).

Entende-se que os desastres ambientais devem ser analisados como conflitos que envolvem diferentes sujeitos. Como defendem Acseirad (2010) e Martinez-Alier (2006), que os seres humanos não são igualmente afetados pelo uso que a economia faz do ambiente natural, por isso os conflitos denunciam a exposição desproporcional daqueles socialmente mais desprovidos aos riscos das redes técnico-produtivas (Acseirad, 2010, pág. 109), demonstrando, portanto, a desigualdade estabelecida espacialmente. Martinez-Alier (2012) aborda esse tipo de conflitos derivados da exploração mineral como conflito ecológico-distributivo, em que os atores envolvidos em tais conflitos usam diferentes linguagens de avaliação (pág. 18), podem exigir a compensação monetária dos ambientes degradados, ou insistirem nos valores ecológicos e culturais que não podem ser expressos em dinheiro. Nesse sentido, qual é a situação das comunidades da Amazônia atingidas por esses desastres?

Área de estudo

As primeiras jazidas de bauxita foram encontradas no rio Trombetas, na década de 1960, no município de Oriximiná, pela Alcan (canadense *Aluminium Limited of Canada*). Porém, apenas na década de 1970 ocorreria a exploração desse recurso pela empresa Mineração Rio do Norte (MRN) que contava com a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) e da Alcan como acionistas (Monteiro, 2005).

Em 1985 foi inaugurado, em Barcarena, o Complexo Portuário de Vila do Conde. Esse complexo, administrado pela Companhia Docas do Pará, objetivou atender o escoamento das empresas de beneficiamento mineral localizadas no município, a exemplo da “Alumínio Brasileiro S/A” (ALBRÁS) e a “Alumínio do Norte do Brasil S/A” (ALUNORTE). Já há alguns anos, as duas empresas formaram o complexo ALUNORTE/ALBRÁS que integra o grupo Hydro, e transforma bauxita em alumina e, depois, em alumínio (Silva, 2012). Além dessas, outras empresas encontram-se na região, já que a localização do porto é estratégica para que o minério já beneficiado, chegue ao mercado nacional e internacional.

Na extração e beneficiamento do caulim no Estado do Pará recebem destaque as empresas Imerys Rio Capim Caulim (IRCC) e Pará Pigmentos (PPSA). Em operação no Pará desde 1996, a IRCC adquiriu em 2010 a PSSA, que pertencia ao Grupo Vale, passando a mineradora a ter a maior planta de beneficiamento de caulim do mundo e 71% de participação na produção de caulim no Brasil (IRCC, 2018).

A região apresenta uma densa drenagem e nesse aspecto todas as formas de uso estão relacionadas aos rios e igarapés que cortam esse território. O porto da Vila do Conde está localizado defronte para as Baías do Caripi e do Marajó. Sua construção trouxe novos arranjos territoriais, constituindo-se em um transporte intermodal, articulando o rio, a terra, a baía e o mar (fig. 1).

Os procedimentos metodológicos adotados para a elaboração desse artigo consistiram na revisão bibliográfica e no levantamento da legislação referente à mineração de bauxita e caulim. Foram analisados dados quantitativos e qualitativos sobre os desastres ambientais registrados no estado do Pará, causados pelo vazamento de rejeitos derivados do beneficiamento desses minérios. Documentos oficiais advindos dos órgãos públicos foram consultados, principalmente os relativos ao vazamento de rejeitos e efluentes líquidos de bauxita e caulim na área de estudo.

O recorte temporal para análise foi o período compreendido entre 2003 e 2018. Houve descrição dos registros e identificação dos desastres ambientais. Foram consultados: inquéritos policiais da Divisão Especializada em Meio Ambiente-DEMA, da Polícia Civil do estado do Pará-PC; laudos periciais do Instituto de Criminalística do Centro de Perícias Científicas Renato Chaves-CPC;

relatórios técnicos do Instituto Evandro Chagas-IEC, do Ministério da Saúde-MS; relatórios técnicos do Laboratório de Química Analítica e Ambiental-LAQUANAM, da Universidade Federal do Pará-UFPA.

Principais desastres ambientais

Para melhor entendimento, segue em destaque a área de estudo com a localização e instalações das empresas Alunorte e Imerys, além da rede hidrográfica que tem relevância por dois motivos. Do ponto de vista das comunidades locais, sua organização se deu no entorno dos igarapés e rios, recursos importantes para seu deslocamento e fonte de renda. Sob a ótica das empresas mineradoras, os rios e igarapés são áreas de escoamento da produção e dos resíduos (fig. 2).

Foram vários os desastres ambientais provocados pelo vazamento de rejeitos e efluentes líquidos da bauxita e do caulim no município de Barcarena-PA, no período compreendido entre os anos de 2003 a 2018 (QUADRO I), cujos eventos e seus impactos serão descritos a seguir.

Para que possamos realizar uma análise mais detalhada dos diversos desastres ambientais mencionados acima, vamos separá-los em dois tópicos, tomando como

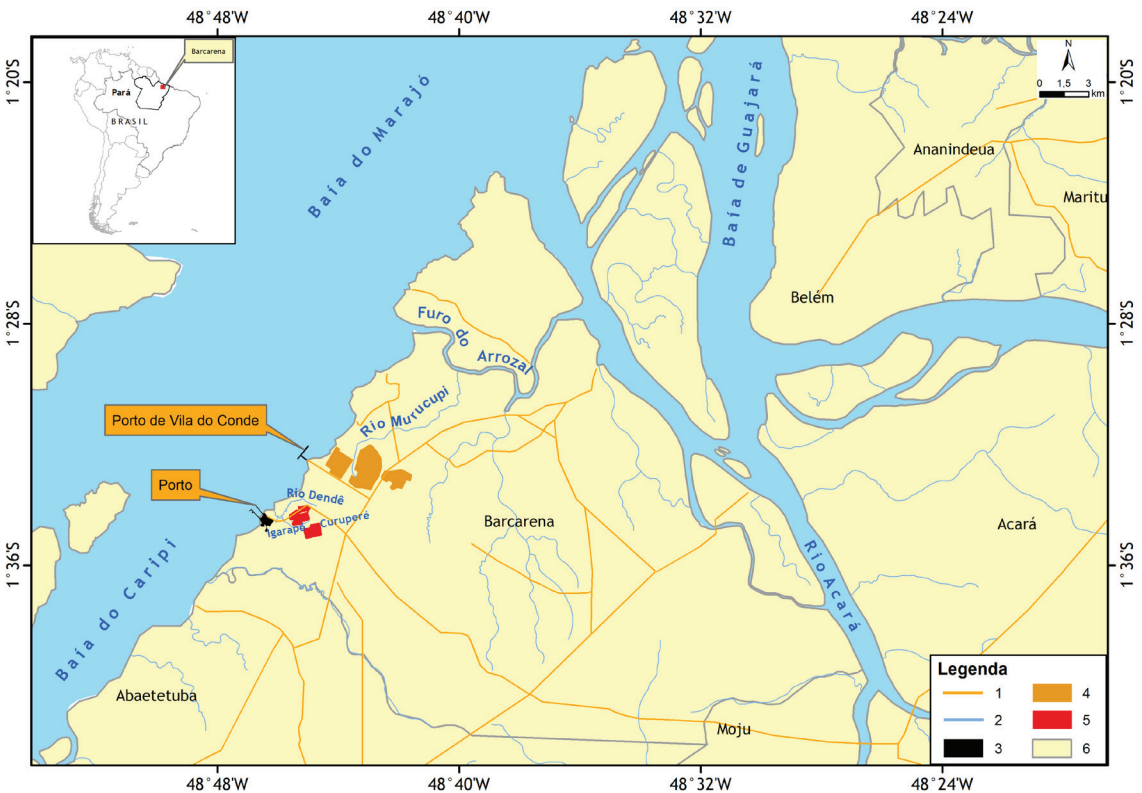


Fig. 1 - Enquadramento geográfico da área de estudo: 1 - Rodovias; 2 - Rede hidrográfica; 3 - Porto; 4 - Planta de Beneficiamento e bacias de rejeitos da Hydro; 5 - Planta de Beneficiamento e bacias de rejeitos da Imerys; 6 - Municípios (Fonte dos dados: IBGE, 2019).

Fig. 1 - Geographic framework of the study area: 1 - Highways; 2 - Hydrographic network; 3 - Port; 4 - Hydro beneficiation plant and tailings basins; 5 - Imerys beneficiation plant and tailings basins; 6 - Municipalities (Data Source: IBGE, 2019).

QUADRO I - Desastres com vazamentos registrados nos inquéritos policiais de 2003 a 2018.

TABLE I - Disasters involving leakage recorded in police inquiries from 2003 to 2018.

| Período | Empresa | Descrição dos desastres | Indicadores ambientais | Áreas e comunidades atingidas | Resultado das análises e conclusão das investigações |
|-------------------|----------|--|---|---|---|
| Abril de 2003 | Alunorte | Desarticulação da tubulação de concreto da empresa Alunorte | Alteração da cor, odor e sabor das águas do rio Murucupi. Morte de peixes, crustáceos e poluição da agricultura de várzea | Rio Murucupi. Arrozal, Itupanema e Vila Nova | Poluição no rio Murucupi e igarapé Pramaçozinho pelo vazamento de efluentes alcalinos. Indiciamento dos responsáveis. |
| Maio de 2003 | Alunorte | Vazamento de lama vermelha sobre os taludes das bacias de contenção de rejeitos | Comprometimento do lençol freático pela presença de Al e Na às proximidades das bacias de rejeitos | Rio Murucupi e igarapé Pramaçozinho. Arrozal, Itupanema e Vila Nova | Dano ambiental. Lama vermelha na floresta e nascentes do rio Murucupi e igarapé Pramaçozinho. Indiciamento dos responsáveis. |
| Junho de 2003 | Alunorte | Aumento da vazão de licor cáustico por falha na válvula de alimentação da terceira caldeira, contaminando o condensado descartado no rio Pará. | Descaracterização de corpos hídricos em decorrência de extravasamento de parte do condensado com valores de pH e temperatura acima do estabelecido na legislação vigente. | Comunidades do Arrozal e Itupanema e suas respectivas praias, e o rio Pará. | Morte de peixes. Hemorragia sem coagulação e necrose de coagulação, compatível por compostos alcalis, pelo lançamento de efluentes líquidos. Indiciamento dos responsáveis. |
| Junho de 2004 | Imerys | Falta de manutenção dos equipamentos | Alteração da cor, cheiro e sabor da água. Mortandade de peixes. | Rio Dendê e Igarapé Curupeté. | Poluição da água e do solo. Indiciamento dos responsáveis. |
| Julho de 2006 | Imerys | Infiltração e vazamento na bacia de rejeitos n.º 03 | Alteração da cor da água dos poços de captação | Bairro Industrial | Poluição da água e solo. Indiciamento dos responsáveis. |
| Junho de 2007 | Imerys | Fissuras e vazamento em bacia de rejeitos de caulim | Alteração da cor da água dos poços de captação | Rio Dendê e igarapé do Curupeté. | Poluição da água e solo. Indiciamento dos responsáveis. |
| Abril de 2009 | Alunorte | Transbordamento da bacia de contenção de rejeitos e canal de drenagem da área do depósito de rejeitos sólidos. | Mortandade de peixes. Turbidez e alterações na cor e espuma nas águas do rio Murucupi. | Comunidades às margens do rio Murucupi e furo do Arrozal. | Efluentes de lama vermelha com alterações físicas e químicas no rio Murucupi, com risco à saúde pública. Indiciamento dos responsáveis. |
| Novembro de 2011 | Imerys | Rompimento de mineroduto e vazamento de polpa de caulim. | Alteração da coloração da água do igarapé Maricá. | Igarapé Maricá | Poluição da água e solo. Indiciamento dos responsáveis. |
| Julho de 2012 | Imerys | Vazamento de caulim do duto da empresa | Alteração de coloração da água do igarapé Maricá e rio Dendê | Acuí e Maricá | Poluição da água e solo. Indiciamento dos responsáveis. |
| Agosto de 2013 | Imerys | Substituição de mineroduto e vazamento de caulim. | Alteração da coloração da água do igarapé Curupeté | Comunidade do igarapé Curupeté. | Poluição da água e solo. Indiciamento dos responsáveis. |
| Outubro de 2016 | Imerys | Vazamento de polpa de caulim da tubulação de saída do evaporador 6 | Alteração da coloração da água do rio Pará (Baía do Marajó). | Área da mineradora e rio Pará (Baía do Marajó) | Poluição pelo lançamento de caulim no solo, na praia e no rio Pará. Indiciamento dos responsáveis |
| Fevereiro de 2018 | Alunorte | Lançamentos de efluentes líquidos para o meio ambiente | Alteração da coloração do rio Murucupi | Comunidades de Vila Nova, Burajuba, Bom Futuro e o rio Murucupi. | Remessa do inquérito da Polícia Civil para a Justiça Federal. |

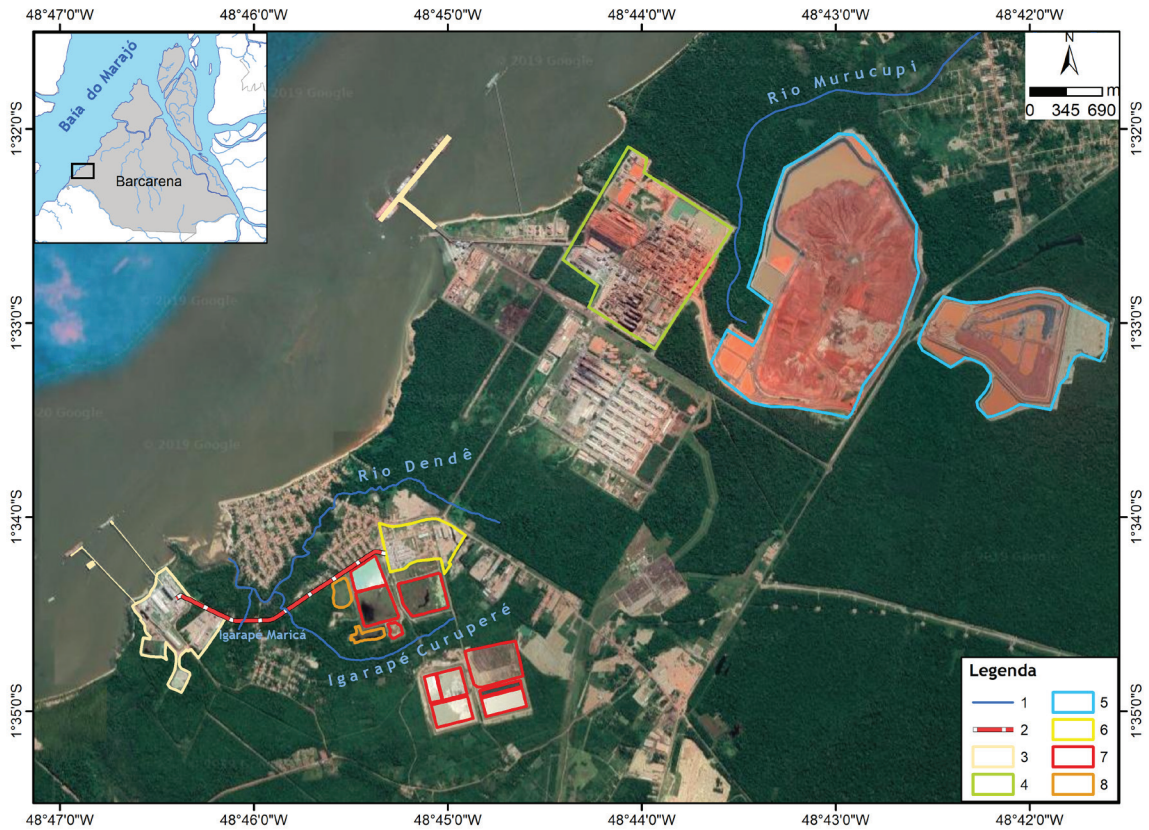


Fig. 2 - Destaque da localização das empresas Alunorte e Imerys, com os principais corpos hídricos: 1 - Rede hidrográfica; 2 - Mineroduto; 3 -Área Portuária; 4 - Planta de Beneficiamento da Alunorte; 5 - Bacias de rejeitos da Alunorte; 6 - Planta de Beneficiamentoda Imerys; 7 - Bacias de rejeitos da Imerys; 8 - Área adicional de contenção (Fonte:Google Earth Pro 7.3.2.5776, 2019).

Fig. 2 - Location of the companies Alunorte and Imerys highlighted, with the main water bodies: 1 - Hydrographic network; 2 - Pipeline; 3 - Port Area; 4 - Alunorte beneficiation plant; 5 - Alunorte tailings basins; 6 - Imerys beneficiation plant; 7 - Imerys tailings basins; 8 - Additional containment area (Source: Google Earth Pro 7.3.2.5776, 2019).

referência a fonte poluidora e o rejeito do processo de beneficiamento do minério, os quais receberão a denominação de: Bauxita - 2003 a 2018 e Caulim - 2004 a 2016, conforme se descreve a seguir.

Bauxita - 2003 a 2018

Abril, maio e junho de 2003

Para melhor compreensão dos desastres ambientais ocorridos em abril, maio e junho de 2003, apresentamos informações sobre: a localização da empresa ALUNORTE; os locais de ocorrência; a nascente e o rio Murucupi; as comunidades atingidas; a tubulação de concreto onde ocorreu o rompimento; o vazamento de lama vermelha sobre os taludes das bacias de contenção de rejeitos sólidos; o ponto de descarte do condensado contaminado no rio Pará (fig. 3).

Abril de 2003

Em 04 de abril de 2003, alguns moradores de Barcarena presenciaram um fato que jamais havia ocorrido.

As águas do rio Murucupi, que eram utilizadas para consumo da população ribeirinha e para a pesca de subsistência, começaram por apresentar uma coloração avermelhada, que depois passou a escura, seguida da morte de grande quantidade de pescado. Este fato determinou o início de investigações, com a instauração de inquérito policial na Divisão Especializada em Meio Ambiente-DEMA, da Polícia Civil-PC, do estado do Pará, por ser uma Unidade Especializada nesse tipo de procedimento.

Diante desses fatos, foram ouvidos vários moradores de Barcarena, representantes do Poder Público Municipal e da mineradora Alumina do Norte do Brasil S/A - ALUNORTE. Há relatos de moradores que afirmam que desde o momento em que foi instalado o polo industrial de Barcarena, passaram a perceber a diferença no rio Murucupi, pois não podiam mais utilizar a água daquele corpo hídrico para consumo humano e o peixe que pescavam, tinha gosto amargo. Há registro de que uma tubulação da empresa ALUNORTE (fot. 1), havia estourado e provocado

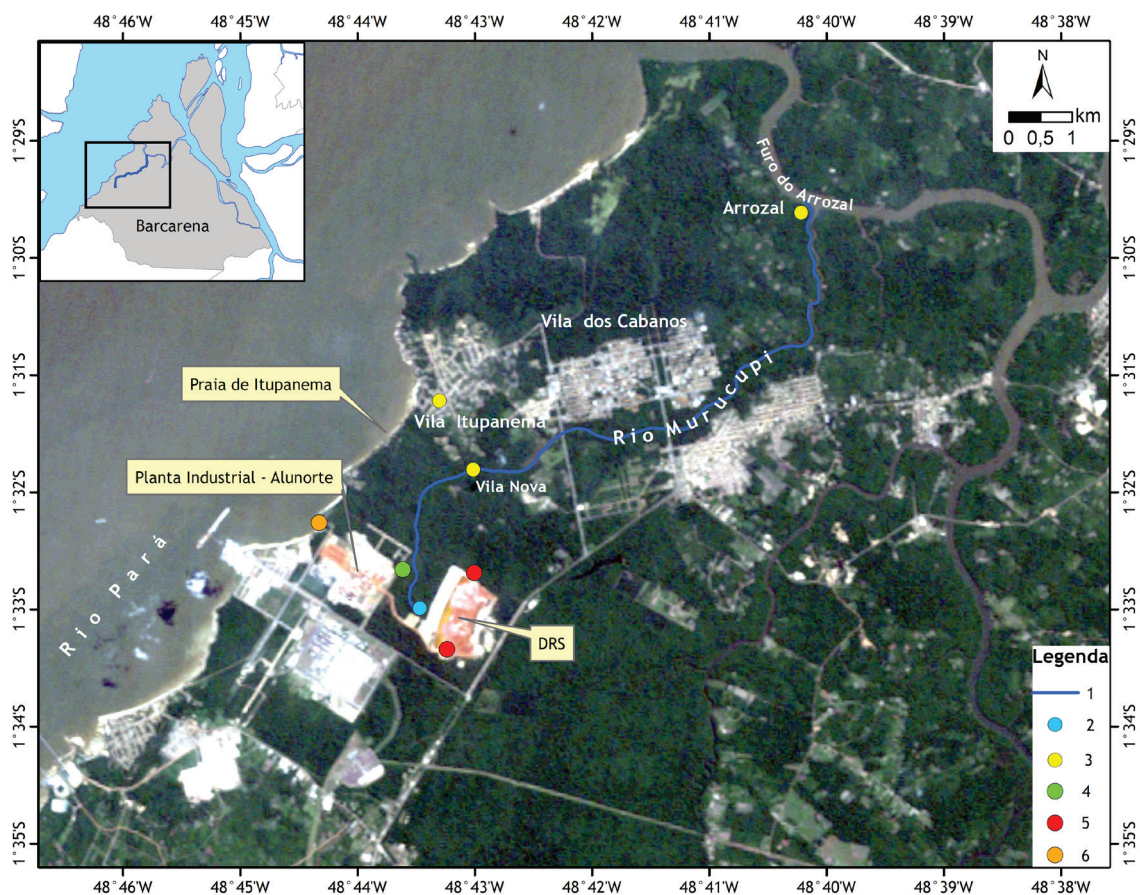


Fig. 3 - Localização da Empresa Alunorte, em 2003, bem como de eventos poluentes: 1) Rio Murucupi; 2) Nascente do rio Murucupi; 3) Comunidades atingidas; 4) Rompimento de tubulação de concreto - Abril 2003; 5) Vazamento de lama vermelha sobre os taludes do depósito de rejeitos sólidos (DRS) - Maio 2003; 6) Condensado contaminado descartado no rio Pará - Junho 2003 (Fonte: USGS - United States Geological Survey, 2019 e laudos do Centro de Perícias Científicas Renato Chaves, 2003).

Fig. 3 - Location of Alunorte, in 2003, as well as polluting events: 1) Murucupi River; 2) Source of the Murucupi River; 3) Communities affected; 4) Concrete pipe burst - April 2003; 5) Leakage of red mud on the slopes of the solid waste deposit (DRS) - May 2003; 6) Contaminated condensate discarded in the Pará River - June 2003 (Source: USGS United States Geological Surveys, 2019 and reports from the Renato Chaves Scientific Expert Center, 2003).



Fot. 1 - Rompimento da tubulação de concreto
(Fonte: CPC, 2003a, modificado com o acréscimo da seta).

Photo 1 - Concrete pipe burst
(Source: CPC, 2003a, modified with the addition of the arrow).

um grande vazamento de líquido de coloração avermelhada (PC, 2003a).

Os peritos do Instituto de Criminalística do Centro de Perícias Científicas-CPC Renato Chaves, constataram poluição no rio Murucupi (fot. 2), pelo lançamento *in natura* de esgotos sanitários sem tratamento proveniente de Vila dos Cabanos e vestígios de vazamentos de efluentes líquidos ocorridos pela rotura de tubulação da empresa Alunorte, utilizada para conduzir efluentes líquidos com pH = 10,30, eventualmente alcalino (CPC, 2003a).

As investigações concluíram pelo indiciamento da mineradora Alunorte pela prática de crime de poluição, nos autos de inquérito policial, instaurado na Divisão Especializada em Meio Ambiente-DEMA, da Polícia Civil-PC, do estado do Pará.



Fot. 2 - Tramo fluvial do rio Murucupi (Fonte: CPC, 2003a).

Photo 2 - Fluvial section of the Murucupi River (Source: CPC, 2003a).

Maio de 2003

No mês seguinte, mais um evento de poluição em Barcarena. Pesquisadores do Instituto Evandro Chagas - IEC, do Ministério da Saúde - MS, constataram que ocorreu um transbordamento do material lixiviado a partir de células de contenção dos depósitos de rejeitos sólidos - DRS, atribuído às fortes precipitações pluviométricas ocorridas no dia 15/05/03, o qual, devido à declividade do terreno, alcançou o rio Murucupi (IEC, 2003a).

Conforme relatos de moradores que vivem há décadas nas margens do rio Murucupi, em Barcarena, a qualidade da água daquele corpo hídrico era utilizada para o consumo humano, higiene pessoal, agricultura familiar, além da pesca para consumo de seus familiares. A partir de abril de 2003, esses moradores passaram a observar fenômenos que jamais haviam ocorrido antes, como o escurecimento das águas do rio Murucupi, que ficou imprópria para o consumo humano e ocasionou a morte de aproximadamente 1.000 kg (mil quilos) de pescado (PC, 2003b).

Esse desastre também foi constatado por peritos do Instituto de Criminalística do Centro de Perícias Científicas - CPC Renato Chaves, os quais afirmaram que houve dano ambiental para a fauna e flora e avanço acentuado de lama vermelha sobre os taludes da área de Deposição de Rejeitos Sólidos - DRS, da empresa ALUNORTE. Naquela ocasião, a perícia constatou também a existência de vários rasgos (fot.3), no material de impermeabilização das bacias de acumulação de rejeitos sólidos (CPC, 2003a).

A presença de material com as mesmas características descritas acima e coloração avermelhada, estendeu-se formando o percurso da bacia de acumulação de lama vermelha até a floresta. Devido à declividade do terreno e a existência de uma cava executada com a finalidade de conter o vazamento (porém não sendo suficiente), os efluentes com lama vermelha atingiram a área posterior (fot. 4) (CPC, 2003a).



Fot. 3 - Lama vermelha sobre o talude da bacia de acumulação de rejeitos (Fonte: CPC, 2003a, modificado com o acréscimo da seta).

Photo 3 - Red mud on the slope of the accumulated tailings basin (Source: CPC, 2003a, Fluvial section of the Murucupi River).



Fot. 4 - Cava executada para conter o vazamento (Fonte: CPC, 2003a, modificado com o acréscimo da seta).

Photo 4 - Trench dug to contain the leak (Source: CPC, 2003a, modified with the addition of the arrow).

Os peritos constataram ainda que, no interior da floresta, parte do solo natural estava coberto por efluente de lama vermelha (fot.5), tendo sido verificado na base do caule da árvore a marca deixada pelo vazamento, com uma altura média de 20 (vinte) a 30 cm (trinta centímetros).



Fot. 5 - Marca deixada pelo vazamento na base do caule da árvore (Fonte: CPC, 2003a, modificado com o acréscimo da seta).

Photo 5 - Mark left by the leak at the base of the tree stem (Source: CPC, 2003a, modified with the addition of the arrow).

A conclusão das investigações nos autos do inquérito policial, instaurado na Divisão Especializada em Meio Ambiente-DEMA, da Polícia Civil do Estado do Pará, foi pelo indiciamento da mineradora Alunorte pela prática de crime de poluição.

Junho de 2003

Pelo terceiro mês consecutivo, outro desastre ambiental ocorreu em Barcarena. Segundo pesquisadores do Instituto Evandro Chagas-IEC, do Ministério da Saúde-MS, no dia 22/06/03, ocorreu um vazamento que levou a modificações nas características dos efluentes lançados no rio Pará, com pH em torno de 12 e temperatura a cerca de 45°C, devido a uma falha no processo de produção de alumina. O vazamento ocorreu por algumas horas e após 1 (um) ou 2 (dois) dias começaram a aparecer peixes mortos na praia de Itupanema, a 1 km (um quilômetro) do local onde foram lançados esses efluentes (IEC, 2003b).

Foram recebidos na Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas-IEC, para análise *post mortem* 35 exemplares de peixes de água doce, entre 8 (oito) espécies das quais 7 (sete) são peixes ósseos e uma espécie de peixe cartilaginoso. A variedade de peixes para exame, pesavam de 5 (cinco) a 750 g (setecentos e cinquenta gramas), incluindo espécies de escama e de couro, habitantes do fundo do rio e da coluna d'água. Os exemplares apresentaram em geral, quadro hemorrágico sem coagulação e com necrose de coagulação, compatível de contato com compostos alcalis (IEC, 2003b).

Peritos do Instituto de Criminalística do Centro de Perícias Científicas-CPC Renato Chaves, constataram que existiam 3 (três) condensadoras (A, B e C) inseridas no processo de produção do complexo industrial. Ocorreu que, no dia 16/06/03, a condensadora C, que estava sendo implementada, apresentou uma falha precisamente na válvula de vazão do licor. Esse equipamento, dotado com tecnologia americana, é de grande porte e possui tubulações para transporte de vapor, condensado e produto industrial (licor), com 9 (nove) trocadores de vapor. Como houve o aumento da vazão de licor cáustico, por falha na válvula de alimentação da terceira unidade de caldeira (condensadora), acabou por contaminar o condensado descartado no rio Pará (CPC, 2003b).

Foi constatada a morte de peixes, por hemorragia sem coagulação e com necrose de coagulação, compatível por compostos alcalis, pelo lançamento de efluentes líquidos em alta temperatura. As investigações levaram a instauração de inquérito policial, concluindo pela responsabilização e indiciamento da mineradora ALUNORTE (PC, 2003c).

Abril de 2009

Apesar dos três desastres ambientais ocorridos no ano de 2003 e investigados pela Divisão Especializada em Meio Ambiente-DEMA, da Polícia Civil-PC, do estado do Pará, novamente em abril de 2009, mais um desastre envolvendo a mineração de bauxita em Barcarena, atingiu os cursos de água e as comunidades próximas. Conforme as investigações, houve transbordamento da bacia de contenção de rejeitos (lama vermelha) e canal de drenagem, sendo constatada a morte de peixes (fig. 4).

Novamente o rio Murucupi apresentou turbidez, alterações na cor (avermelhada) e espuma em suas águas, atingindo as comunidades das suas margens e do Furo do Arrozal, por efluentes de lama vermelha com alterações físicas e químicas, com danos no meio ambiente e riscos a saúde pública. As investigações concluíram pela instauração de inquérito policial e indiciamento da empresa ALUNORTE e dos seus representantes legais, sendo comprovado que ocorreu o transbordamento de uma barreira de contenção e canal de drenagem da área do depósito de rejeitos sólidos-DRS da empresa ALUNORTE (fot. 6), que teria ocorrido em razão de fortes chuvas (PC, 2009).

Os pesquisadores do Instituto Evandro Chagas-IEC, concluíram que o escoamento de efluentes de lama vermelha nesse rio, provocou alterações físicas e químicas, com impactes ambientais e situações de risco a saúde da população pelo contato primário com águas de elevado pH e modificações na estrutura das comunidades bióticas locais. Concluíram ainda que a instalação da bacia de rejeitos do processo de beneficiamento de bauxita próximo às suas nascentes, representava uma situação de risco para os ecossistemas aquáticos e para a saúde da população ribeirinha que residia nas margens dessa drenagem (IEC, 2009).

Estudo de pesquisadores do Laboratório de Química Analítica e Ambiental-LAQUANAM, da Universidade Federal do Pará-UFPA, concluíram que o vazamento de efluentes da empresa ALUNORTE no rio Murucupi, foi responsável pela redução do oxigênio dissolvido e morte dos peixes no rio em questão e em outros corpos hídricos próximos ao local do vazamento. Ressaltaram ainda, que a lama vermelha, resíduo perigoso da classe I, com propriedades corrosivas e metais pesados na sua constituição, se distribuiu por uma grande área, comprovado o uso de cloreto como parâmetro de indicação de poluição (LAQUANAM, 2009).

Conforme o laudo do depósito de rejeitos sólidos-DRS e canal de drenagem circundante da empresa ALUNORTE, expedido pelo Centro de Perícias Científicas-CPC Renato Chaves, houve o transbordamento de grande volume de líquido sobrenadante acumulado no depósito de rejeitos extravasando pela parte superior (crista) do barramento

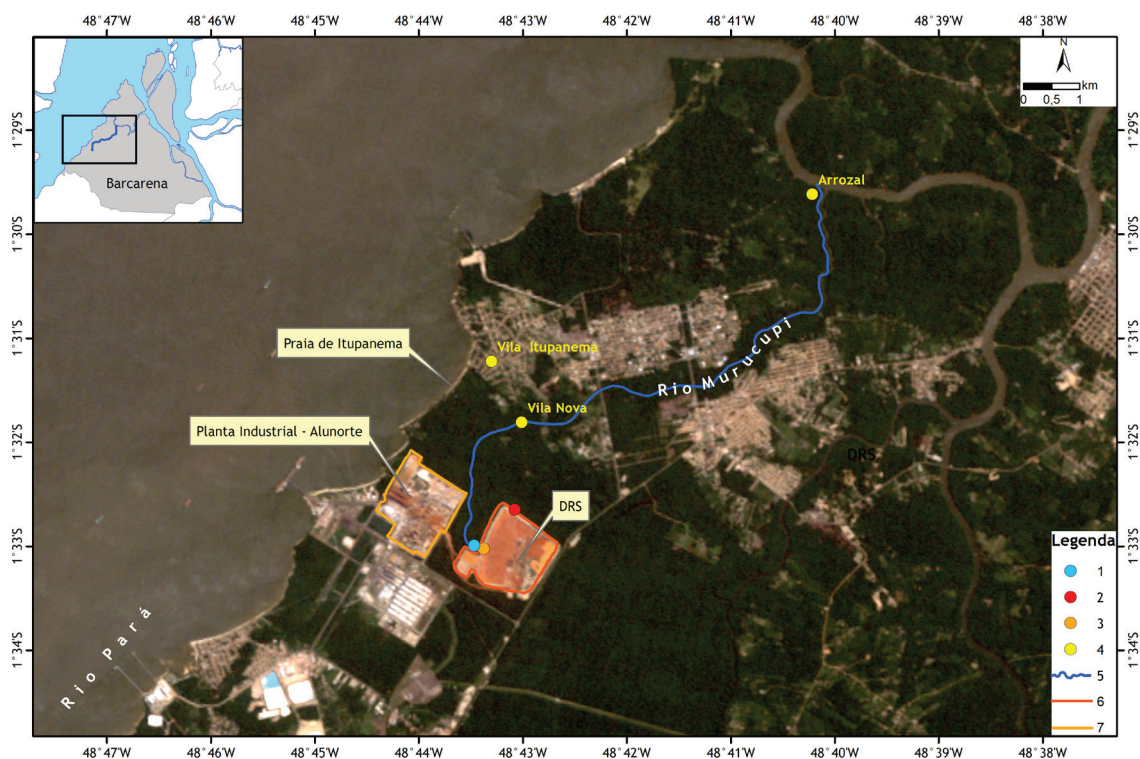


Fig. 4 - Pormenor da localização da Empresa Alunorte, em 2009: 1) Nascente do rio Murucupi; 2) Transbordamento na face norte da bacia de rejeitos; 3) Transbordamento na face oeste da bacia de rejeitos; 4) Comunidades atingidas; 5) Rio Murucupi; 6) Depósito de Resíduos Sólidos; 7) Planta Industrial Alunorte (Fonte: Imagem do Google Earth Pro 7.3.2.5776, 2009 e laudos do Centro de Perícias Científicas Renato Chaves, 2009).

Fig. 4 - Detail of the location of Alunorte, in 2009: 1) Source of the Murucupi River; 2) Overflow on the north face of the tailings basin; 3) Overflow on the west face of the tailings basin; 4) Affected communities; 5) River Murucupi; 6) Solid Waste Deposit; 7) Alunorte Industrial Plant (Source: Image from Google Earth Pro 7.3.2.5776 (2009) and reports from the Renato Chaves Scientific Expertise Center, 2009).



Fot. 6 - Locais de transbordamento assinalados pelas setas na bacia de contenção de rejeitos (Fonte: CPC, 2009a)

Photo 6 - Overflow sites marked by arrows in the tailings containment basin (Source: CPC, 2009a).

em direção ao canal de drenagem (circunda toda a área do depósito), que não comportou esse volume, vindo a transbordar para a área externa, atingindo o meio ambiente. O fato gerador do evento ocorrido naquela área, esteve relacionado com o subdimensionamento dos extravasores e da altura da borda livre (fot. 7), visto terem sido dimensionado para uma altura de chuva crítica

de 119 mm (cento e dezanove milímetros), enquanto o nível atingido no dia do evento (27/04/09) foi de 176,5 mm (cento e setenta e seis milímetros e meio), com duração aproximada de 4 (quatro) horas, valor superior ao adotado, e inferior ao Tempo de Retorno de 10.000 (dez mil) anos, que seria de 182 mm (cento e oitenta e dois milímetros) (CPC, 2009a).



Fot. 7 - Ponto 01 do transbordamento do canal de drenagem (Fonte: CPC, 2009a).

Photo 7 - Drainage channel overflow point 01 (Source: CPC, 2009a).

Segundo o laudo efetuado na área da empresa ALUNORTE e nas imediações da bacia de armazenagem de rejeitos, houve poluição ambiental na área de preservação ambiental próxima da citada empresa, alcançando o rio Murucupi (fig. 4) até o Furo do Arrozal, no município de Barcarena, decorrente do transbordamento da bacia de contenção de rejeitos (lama vermelha) e do canal de drenagem, contrariando a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA, para o lançamento de efluentes, causando desconformidade dos padrões físico-químicos do referido corpo hídrico para padrões de água da classe II, infringindo também a resolução 274/2000 do CONAMA, no que diz respeito à utilização primária do rio (CPC, 2009b).

Fevereiro de 2018

Em fevereiro de 2018, foi encontrado alagado o pátio da ALUNORTE, uma tubulação clandestina na área que pertence a mineradora, efluentes no rio Murucupi e nas comunidades que o marginam (fig. 5).

Foram ouvidos moradores da comunidade Vila Nova, Burajuba e Bom Futuro, que afirmaram que no dia 16/02/18 ocorreram fortes chuvas e no dia 17/02/18, constataram o aumento do volume de água do igarapé do tubo, também denominado como igarapé Murucupi, que margina aquelas comunidades e que apresentava coloração avermelhada e uma espuma branca. Os moradores também verificaram que, na água dos poços de abastecimento das casas dessas comunidades, havia a presença de espuma, além de alteração na coloração e no sabor. Ainda segundo as investigações, no dia 17/02/18, houve lançamento de efluentes por comportas antigas que não eram mais utilizadas pela citada mineradora (PC, 2018).

Atendendo a uma requisição do Ministério Público Estadual-MPE e do Ministério Público Federal-MPF, o Instituto Evandro Chagas-IEC, enviou pesquisadores até as instalações da empresa ALUNORTE, em Barcarena, para verificar as denúncias de possível vazamento da área do depósito de resíduo sólido, que teria atingido corpos hídricos e as comunidades circunvizinhas, tendo expedido um Relatório Técnico. Os resultados físico-químicos

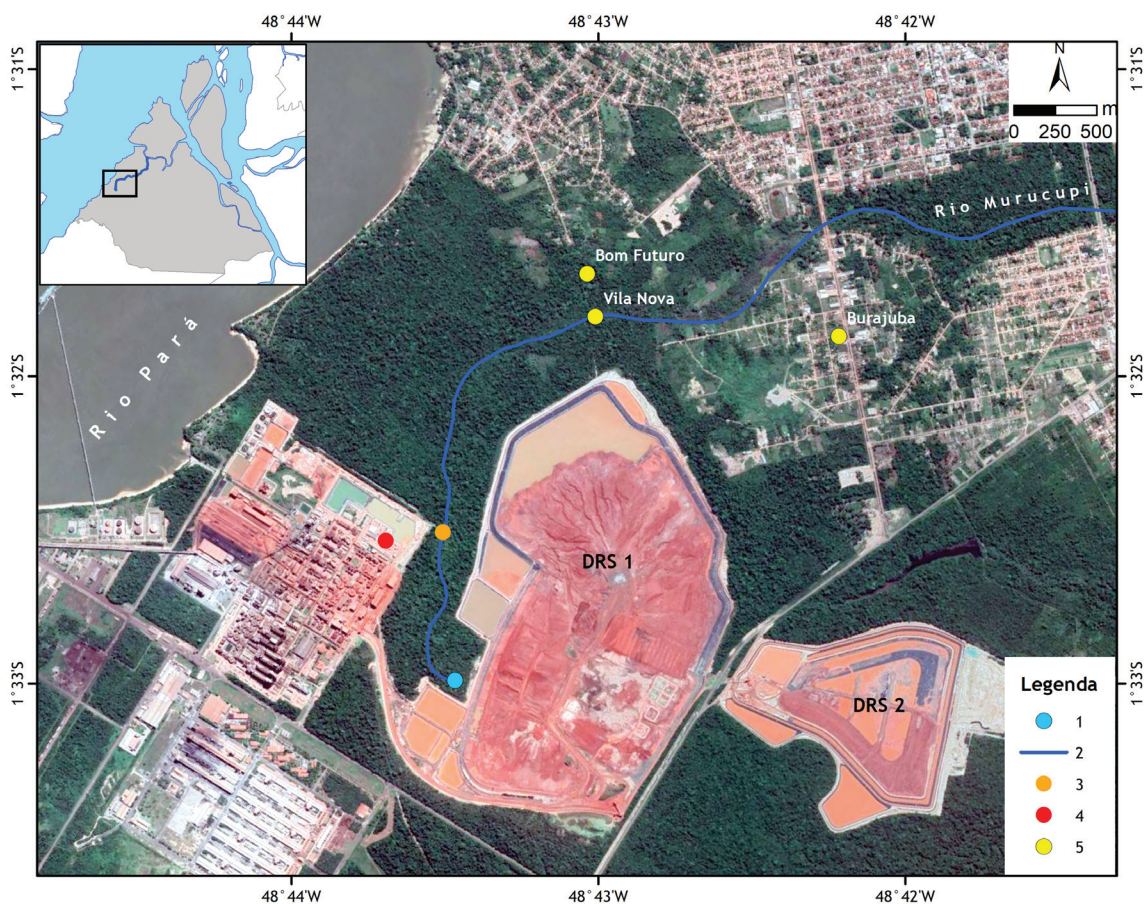


Fig. 5 - Empresa Alunorte, em 2018: 1) Nascente do rio Murucupi; 2) Rio Murucupi; 3) Tubulação clandestina; 4) Pátio da empresa alagado; 5) Comunidades atingidas (Fonte: Imagem do Google Earth, 2018 e laudos do Centro de Perícias Científicas Renato Chaves, 2019a).

Fig. 5 - Alunorte, in 2018: 1) Source of the River Murucupi; 2) Murucupi River; 3) Clandestine piping; 4) Flooded company yard; 5) Affected communities (Source: Google Earth Image, 2018 and Renato Chaves Scientific Expertise Reports, 2019a).

e os níveis de metais nas amostras indicaram que, no dia 17/02/18, ocorreram alterações nas águas superficiais que comprometeram a sua qualidade, segundo a Resolução CONAMA 357/05 e impactaram diretamente a comunidade Bom Futuro, destacando-se os níveis elevados de alumínio e outras variáveis associadas aos efluentes gerados pela Alunorte (IEC, 2018a).

O Ministério Público Federal-MPF e o Ministério Público Estadual-MPE ajuizaram a ação cautelar antecedente com pedido liminar contra Alunorte, Norsk Hydro Brasil LTDA e Estado do Pará, em sede de tutela de urgência acautelatória, buscando o deferimento de diversas providências voltadas à minimização dos impactos advindos do lançamento de efluentes não tratados no meio ambiente em Barcarena, com destaque para aqueles que foram provocados por: alagamento de parte da planta industrial com indicativo de galgamento do Depósito de Resíduos Sólidos 2-DRS2; existência de tubulação clandestina para despejo irregular de efluentes não tratados diretamente no meio ambiente; indícios de extravasamento de efluentes de uma das bacias de contenção para o canal de drenagem pluvial, bem como de efetivo ou iminente extravasamento das bacias; inexistência de barreiras físicas entre os Depósitos de Resíduos Sólidos-DRS e a área das comunidades e, ainda, a alteração na coloração do igarapé localizado próximo à comunidade Bom Futuro. Por meio dessa medida cautelar, os MPE e MPF entenderam que a competência para julgar o caso em tela é da Justiça Federal, sendo os autos do inquérito policial remetidos para aquele Juízo. Foram lavrados 03 (três) autos de infração pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), contra a empresa ré, evidenciando danos ao meio ambiente e à saúde pública (MPF, 2018a).

Para o MPF, restou constatado o galgamento do Depósito de Resíduos Sólidos-DRS2, que estava em operação, recebendo rejeitos da atividade industrial, que não tinha Licença de Operação, apenas “*Autorização de Comissionamento*” e a ausência de plano de ação emergencial efetivo para proteção das comunidades, em violação à Lei de Segurança de Barragens. Também constatou em depoimento de servidores da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS), a existência do “*canal reserva*” ou “*canal antigo*”, utilizado para despejo de efluentes pluviais não tratados diretamente no rio Pará, fato inclusive admitido pela empresa e de pleno conhecimento da SEMAS. Foi ainda, identificada a existência de um “*desvio de drenagem de água pluvial do galpão de carvão*”, o qual possibilitou que água da chuva contaminada com esse material, e sem tratamento, fosse lançada no meio ambiente. Para o Ministério Público Federal-MPF, desenhou-se um cenário preocupante, no qual fortes chuvas atuaram sobre uma estrutura ainda não autorizada a operar, somado ao extravasamento por meio de duto irregular, ausência de

garantia de segurança dos taludes e da estrutura que dá suporte ao DRS2, iminente esgotamento da capacidade de operação do DRS1 e o dano concreto, decorrente da presença de poluentes nos resíduos do processo produtivo da empresa (MPF, 2018b).

No que tange às análises de amostras de efluentes coletadas pelo Instituto Evandro Chagas-IEC, em água superficiais e poços residenciais, em corpos hídricos que compõem as bacias hidrográficas dos rios Pará, Murucupi, São Francisco, Arienga, Arapiranga, Guajará do Beja, Maracapucu e Campupema, e ainda em amostras de resíduos e efluentes coletadas dentro da área da Norsk Hydro Alunorte e nos seus arredores, os pesquisadores concluem que em tais áreas estavam presentes diversos metais tóxicos, acima do permitido pela Resolução Conama 357/05, com elevados níveis de chumbo, alumínio, sódio e outras substâncias prejudiciais à saúde e associadas aos efluentes gerados pela produção da Hydro/Alunorte, o que corrobora com a possibilidade de que as águas pluviais que extravasaram da empresa estivessem misturadas aos resíduos industriais dos DRS1 e DRS2 (IEC, 2018b).

Caulim - 2004 a 2016

Em continuidade a uma análise mais detalhada dos diversos desastres ambientais mencionados no QUADRO I e tendo como referência a fonte poluidora e o rejeito do processo de beneficiamento do minério de caulim, vamos discorrer sobre as principais ocorrências no período de 2004 a 2016. Para um melhor entendimento, apresentamos informações sobre: localidades; rede hidrográfica; mineroduto; área total da empresa; área adicional de contenção; planta de beneficiamento; seis bacias de rejeitos de n.º 1 a 6 (a bacia 6B está sendo construída) e área portuária (fig. 6).

Junho de 2004

Devido a fortes chuvas ocorridas em 27/06/04, houve transbordamento da pilha de caulim para o rio Dendê, em razão da bomba do sistema de comporta implantado pela mineradora não ter suportado a quantidade de água gerada pela elevada precipitação. Os peritos concluíram que: houve poluição ambiental pelo descarte de material com coloração esbranquiçada semelhante a caulim no rio Dendê e igarapé Curuperé; disposição inadequada de produto da empresa, com pH = 2 (ácido) sujeito às intempéries e em contato direto com o solo; e a presença de pH = 4 (inadequado) nos efluentes líquidos da empresa descartado no igarapé Curuperé, conforme as constatações realizadas e os resultados das análises laboratoriais (CPC, 2004).

Houve aumento da precipitação e carreamento de minério bruto de caulim para o sistema de contenção da mineradora, que devido ao grande volume de água, parte



Fig. 6 - Imerys, em 2019: 1 - Localidades; 2 - Rede hidrográfica; 3 - Mineroduto; 4 - Área sob responsabilidade da mineradora; 5 - Área adicional de Contenção; 6 - Planta de Beneficiamento; 7 - Bacias de Rejeitos n.º 1, 2, 3, 4, 5A, B e C, 6A e B; 8 - Área Portuária (Fonte: Google Earth Pro 7.3.2.5776, 2019).

Fig. 6 - Imerys, in 2019: 1 - Locations; 2 - Hydrographic network; 3 - Pipeline; 4 - Area under the responsibility of the mining company; 5 - Additional Containment Area; 6 - Beneficiation Plant; 7 - Tailings Basins no 1, 2, 3, 4, 5A, B and C, 6A and B; 8 - Port Area (Source: Google Earth Pro 7.3.2.5776, 2019).

do excedente de drenagem pluvial foi para o leito do rio Dendê. O sistema de canaletas daquela empresa não foi suficiente para coletar e conduzir o minério a bacia de decantação, gerando um excedente que veio a atingir os citados corpos hídricos, além de outros vazamentos em menor quantidade na pilha de caulim. Alguns moradores relataram que a qualidade da água utilizada para o consumo humano em suas residências provenientes de poços, assim como as águas do Igarapé Curupeté que passa a 30 (trinta) metros dos fundos dessas residências, apresentaram coloração branca e pastosa, ocasionando problemas de saúde e a mortandade de pescado, além do fato de que sempre que ocorrem chuvas fortes há a poluição do rio Dendê provocado por rejeitos de caulim (PC, 2004).

Julho de 2006

Moradores do bairro Industrial, afirmaram que os poços de captação de água para consumo humano em suas residências localizadas ao lado da bacia de rejeitos n.º 3 da empresa Imerys Rio Capim Caulim S/A (fot. 8), apresentavam coloração esbranquiçada. A partir do

momento em que tomou conhecimento da poluição, a mineradora passou a fornecer-lhes diariamente dois garrafões de água mineral, além de água potável por meio de carros-pipa. A diretoria da mineradora declarou que houve infiltração na bacia de rejeitos n.º 03, migração de água e caulim para alguns poços Amazonas, que se caracterizam (CPC, 2007c) pela escavação direta no solo, sem revestimento de suas paredes, sem proteção sanitária e com tampas de madeira, de residências localizadas no bairro Industrial e depois disso implantou um sistema de abastecimento de água para aquele bairro juntamente com a Companhia de Águas de Barcarena (PC, 2006).

Após perícia nos poços Amazonas dos imóveis residenciais da comunidade do bairro Industrial, com aproximadamente 5,0 (cinco) metros de profundidade do nível do solo até a superfície da lâmina d'água, localizados próximos a bacia de rejeitos n.º 03 daquela mineradora, apresentavam águas turvas e coloração esbranquiçada, característica da presença de material em suspensão, semelhante a caulim (CPC, 2007c).



Fot. 8 - Poço denominado Amazonas, para captação de água em residência no bairro Industrial, localizado ao lado da bacia de rejeitos n.º 3 da Imerys (Fonte: Lemos, 2018).

Photo 8 - Well called Amazonas, for capturing water at home in the Industrial neighbourhood, located next to tailings basin n.º 3 by Imerys (Source: Lemos, 2018).

A caracterização físico-química das águas do igarapé Curuperé e rio Dendê, após as análises de amostras de água de 07 (sete) pontos de amostragem distribuídos ao longo desses dois corpos hídricos, devido a insuficiências nas etapas de alcalinização dos efluentes ácidos, ocorriam alterações em algumas características físico-químicas naturais dessas drenagens, provocando o aumento da acidez e consequente diminuição do potencial hidrogeniônico (pH), dentre outros parâmetros (IEC, 2007).

Junho de 2007

No dia 11/06/07, às 04 horas, representantes da mineradora Imerys, constataram microfissuras (fot. 9) na bacia de rejeitos n.º 03 (construída no ano de 2005) em local distinto da infiltração havida no ano anterior na mesma bacia que fica no limite com a comunidade do bairro Industrial, atingindo os poços Amazonas de 15 (quinze) famílias. Foi constatado ainda, um problema na bomba que fazia a sucção de efluentes para aquela bacia, que depois apresentou vazamento de rejeitos de caulim, atingindo o igarapé Curuperé e o rio Dendê. Moradores do bairro Industrial e da Ilha São João, presenciaram a poluição desses corpos hídricos que apresentaram coloração esbranquiçada ocasionada pelo vazamento de rejeitos de caulim de uma das bacias de contenção daquela empresa (PC, 2007).

Houve a necessidade da atuação conjunta de outros órgãos públicos, além daqueles que normalmente atuam nesses casos (polícia judiciária, meio ambiente, saúde pública, perícia científica), acrescentando o Corpo de Bombeiros Militar e a Defesa Civil Estadual (fot. 10), os quais em 02/07/2007, expediram relatório descrevendo o que foi constatado e as providências adotadas no município de Barcarena em razão desse evento poluidor (CBM, 2007).



Fot. 9 - Estaca no ponto onde foi constatado microfissura na bacia de rejeitos n.º 3 (Fonte: Lemos, 2018, modificado com o acréscimo da seta).

Photo 9 - Stake at the point where microfissure was found in tailings basin n.º 3 (Source: Lemos, 2018, modified with the addition of the arrow).



Fot. 10 - Corpo de Bombeiros Militar no rio Dendê e moradores da comunidade Ilha São João (Fonte: Lemos, 2018).

Photo 10 - Military Fire Brigade on the Dendê River and residents of the São João Island community (Source: Lemos, 2018).

Estudo do Laboratório de Química Analítica e Ambiental-LAQUANAM, da Universidade Federal do Pará-UFPA, concluiu que o vazamento de efluente da mineradora Imerys contaminou os rios e poços analisados, por bário e alumínio confirmado pelos altos teores encontrados destes elementos no efluente analisado (LAQUANAM, 2007).

Relatório do Instituto Evandro Chagas-IEC, do Ministério da Saúde-MS, conclui que os efluentes da mineradora não recebem o tratamento adequado antes do lançamento no igarapé Curuperé, e em menor intensidade no rio Dendê, comprometendo a pesca de subsistência e as famílias do bairro Industrial que residem ao longo da bacia de decantação n.º 03, pois estão em área de risco químico e físico e precisam ser removidas com urgência, pois a qualidade das águas para consumo está comprometida tanto nesse bairro quanto na ilha São João (fot. 11) (IEC, 2007).



Fot. 11 - Rio Dendê com caulim e a comunidade Ilha São João
(Fonte: Lemos, 2018).

Photo 11 - Rio Dendê with kaolin and the São João Island community (Source: Lemos, 2018).

Após perícia realizada nos dias 12, 13 e 18/06/07, na mineradora e nas comunidades próximas, os peritos do Centro de Perícias Científicas-CPC Renato Chaves concluíram que houve poluição ambiental, pois as águas dos igarapés Curuperé, Dendê e Praia de Vila do Conde (fot. 12) foram alteradas quanto as suas propriedades físico-químicas tornando-as impróprias para o consumo humano e para o banho (CPC, 2007a).



Fot. 12 - Embarcação do Corpo de Bombeiros Militar e a pluma de poluição por caulim na praia de Vila do Conde
(Fonte: Lemos, 2018).

Photo 12 - Military Fire Brigade vessel and kaolin pollution plume on Vila do Conde beach (Source: Lemos, 2018).

Foi realizada perícia na bacia de rejeitos n.º 03 (com capacidade para represar 1.000.000 m³ de rejeito líquido, altura de 15 m, sendo 6 m abaixo do nível do terreno), e após análises de relatórios, projetos e vistoria dessa bacia, os peritos relataram que os taludes à jusante, de forma geral, não apresentavam evidências de deslocamento de terras ou rachaduras que identificassem algum comprometimento na estrutura.

Entretanto, no ponto de vazamento, nas proximidades da emenda entre as bacias de rejeitos n.º 03 e 02, constatarem vestígios de desmoronamento parcial das laterais da crista do talude, características estas que são indicativas de que o dano pode ter sido produzido por ação mecânica. O laudo ressalta a proximidade entre a comunidade e a bacia de rejeitos n.º 03 (fot. 13), constituindo uma área de risco em caso de ruptura do dique ou percolação intensa em direção a essa comunidade, que será atingida de forma abrupta pelo rejeito líquido, com risco a integridade física de seus moradores e possíveis óbitos (CPC, 2007b).



Fot. 13 - Vista do alto da bacia de rejeitos n.º 3 e a pista de rolamento que a separa do bairro Industrial
(Fonte: Lemos, 2018).

Photo 13 - View from the top of tailings basin n.º 3 and the road section that separates it from the Industrial district (Source: Lemos, 2018).

Novembro de 2011

Em 25/11/11, por volta das 21h10, houve vazamento de caulim do mineroduto da empresa Imerys, na linha porto/planta, atingindo o solo, a vegetação e o igarapé Maricá, que recebe influência de maré que vem do rio Dendê e Baía do Marajó. Esse mineroduto composto de PEAD (polietileno de alta densidade), faz o transporte de caulim contendo 60% de minério sólido e 40% de água, com pH neutro, por uma extensão de 2,5 km. Anualmente a empresa registra incidentes relacionados a incêndio na vegetação que margeia a bacia de contenção n.º 03, que recebe drenagem pluvial da planta e do porto, e água da filtragem do processo de beneficiamento do caulim (PC, 2012a).

Com os resultados laboratoriais e constatações no local, os peritos do CPC Renato Chaves (fot. 14) concluíram que houve poluição ambiental pelo vazamento de polpa de caulim para o meio ambiente, em consequência do rompimento do mineroduto de propriedade da Imerys (CPC, 2012a).



Fot. 14 - Perito do C.P.C. Renato Chaves, pesquisadores do LAQUANAM-UFPA, incêndio na vegetação e parte do mineroduto substituído (Fonte: Lemos, 2018).

Photo 14 - Expert from C.P.C. Renato Chaves, investigators at LAQUANAM-UFPA, vegetation fire and part of the replaced pipeline (Source: Lemos, 2018).

Segundo relatório do Laboratório de Química Analítica e Ambiental-LAQUANAM, da Universidade Federal do Pará-UFPA, houve poluição ambiental no igarapé Curuperé e rio Dendê, conforme as análises de turbidez realizadas no local. Pelas informações sobre o PEAD, este material não é próprio para locais sujeitos a riscos de vandalismos por fogo, havendo grandes possibilidades que acidentes desta natureza ocorram novamente caso os materiais dos dutos de caulim não sejam substituídos (LAQUANAM, 2011).

Julho de 2012

Em 02/07/12, por volta das 12h, ocorreu o vazamento de caulim do mineroduto da empresa Imerys, para o igarapé Maricá que deságua no rio Dendê. A citada mineradora conseguiu vedar o duto para impedir a continuidade da saída do minério, que com a maré vazante desceu pelo rio Dendê em direção a praia da Vila do Conde, atingindo as comunidades de Ilha São João, Maricá e ribeirinhos da margem direita do rio Dendê (PC, 2012b). Esse mineroduto transporta caulim da mina, no município de Ipixuna do Pará por 160 quilômetros, onde são recebidos no Porto, em dois tanques, para depois ser bombeados por outro mineroduto com 2,5 km (fot. 15), até a planta de beneficiamento da empresa Imerys. Naquele dia, ocorreu uma falha na subestação da própria empresa interrompendo o fornecimento de energia e o fechamento de uma válvula que cessou o recebimento do caulim que vinha do porto, que continuou bombeando para a planta, ocasionando o aumento da pressão interna na tubulação que transporta o minério, ocasionando seu rompimento (PC, 2012b).

Peritos do CPC Renato Chaves concluíram que a empresa Imerys causou poluição em corpo hídrico pelo vazamento de polpa de caulim para o meio ambiente, conforme



Fot. 15 - Mineroduto com 2,5 km de extensão do porto para a plantada mineradora Imerys (Fonte: Lemos, 2018).

Photo 15 - Pipeline 2.5 km long, from the port to the Imerys mining plant (Source: Lemos, 2018).

constatado no local e mediante os resultados das análises laboratoriais enviadas pelo Instituto Evandro Chagas - IEC, provocando poluição ambiental no ecossistema do igarapé Maricá (nascente, vegetação aquática e solo), em decorrência de fissura de mineroduto (CPC, 2012b).

Agosto de 2013

Em 05 de agosto de 2013, por volta das 08h, no trecho entre a bacia de rejeitos n.º 5 e o igarapé Curuperé, na cota de elevação 8, ocorreu o vazamento do composto de água e caulim para o citado corpo hídrico, durante a troca da tubulação de PEAD para aço inox, material mais resistente (fot. 16). Essa tubulação tinha a finalidade de transportar água com caulim da bacia 5B para ser reutilizada na planta da empresa Imerys (PC, 2016a).

Conforme conclusão da perícia técnica realizada no local, ocorreu poluição ambiental pelo vazamento de caulim para o igarapé Curuperé, em consequência da execução de obra na área externa da empresa Imerys, na substituição da tubulação de PEAD por aço inox (CPC, 2013).



Fot. 16 - Tubulação em aço inox (esquerda) e em PEAD (direita) (Fonte: CPC, 2013).

Photo 16 - Stainless steel (left) and HDPE (right) pipin (Source: CPC, 2013).

Maio de 2014

Em 06/05/14, ocorreu vazamento na empresa Imerys, pelo filtro invertido da bacia de rejeitos n.º 5 C. Há relatos de que naquela noite chovia bastante, havendo um pequeno vazamento de rejeito de caulim que foi potencializado pelo excesso de chuva e, devido a declividade do terreno, chegou até o igarapé Curuperé (PC, 2016b).

A bacia n.º 5, divide-se em A, B e C. Na parte C, havia um sistema de bombeamento e recirculação de água para o sistema de beneficiamento de caulim. Na mesma bacia (fot. 17), no sopé do talude havia uma tubulação (parte metálica e outra em PEAD), de direcionamento de efluentes para a bacia n.º 3. No entorno desse ponto, observou-se uma sobreposição de pedras, que cobria o talude de cima a baixo em extensão lateral de aproximadamente 20m, servindo para o reforço da estrutura da bacia e justamente nesse ponto, notou-se o vazamento de efluente da bacia 5C. Constata-se que essa utilização de pedras não foi encontrada em outros pontos da referida bacia e nem nas demais utilizadas para a contenção de rejeitos (CPC, 2014).



Fot. 17 - Filtro invertido no talude da bacia de rejeitos n.º 5 C, onde há reforço de pedras (Fonte: CPC, 2014).

Photo 17 - Inverted filter on the slope of the n.º 5 C tailings basin, where there is reinforcement with stones (Source: CPC, 2014).

Segundo conclusão da perícia científica, houve poluição ambiental provocada pelas atividades da mineradora, face às evidências encontradas nos locais periciados (CPC, 2014).

Outubro de 2016

Em 29/10/2016, ocorreu vazamento de polpa de caulim em área sob a responsabilidade da mineradora Imerys por meio de contrato de comodato. A partir de 05:35h, foi constatada uma fissura em tubulação de saída do evaporador 6 (equipamento utilizado para remover água

da polpa), aflorando grande quantidade de polpa de caulim que seguiu para as canaletas de coleta de águas pluviais, para em seguida ser lançado no rio Pará e areias da praia de Vila do Conde, ocorrendo o transbordo para o solo no entorno desse percurso, além da mata ciliar próximo a esse ponto de lançamento (PC, 2017).

Conforme perícia realizada no local e análise de documentos recebidos, foi constatada poluição ambiental devido o lançamento de polpa de caulim nas águas do rio Pará, na praia próxima ao ponto de lançamento do sistema de drenagem de águas pluviais e no solo em área próxima do ponto de ruptura da tubulação no interior da área sob a responsabilidade da empresa Imerys (CPC, 2019b).

Análise dos desastres

A narrativa sobre os desastres ambientais provocados pelo vazamento de rejeitos e efluentes líquidos da bauxita e do caulim no município de Barcarena-PA de 2003 a 2018, demonstra o que já foi dito por Acseletrad (2010) sobre a condição do ambiente de certos sujeitos sociais que prevalece sobre o de outros. O ambiente das comunidades ribeirinhas e de pequenos agricultores em Barcarena, vem sendo gradativamente poluído de modo a dificultar o acesso a terra e aos recursos hídricos de qualidade do qual dependem para sua sobrevivência. Os inquéritos policiais, laudos periciais e relatórios técnicos expedidos por órgãos públicos, mostram que a poluição não é democrática, visto que atinge com grande força as comunidades locais, circunvizinhas das mineradoras.

Os problemas ambientais decorrentes dos desastres são entendidos pela economia como externalidades (Leff 2010), porque esta não internaliza o papel dos processos ecológicos e o modo de vida local. Percebe-se no estudo de caso relatado, a recorrência dos problemas e das formas paliativas de tratamento das consequências dos desastres. O desfecho é que os conflitos ecológicos distributivos (Martinez-Alier 2006, 2012) são cada vez mais frequentes devido à tensão em relação à apropriação dos recursos naturais. Não se elaborou um cálculo do valor monetário dos impactos, mas se conhece a cultura regional e suas formas de resistências.

O papel do Estado como agente mediador desses conflitos deveria ultrapassar o patamar legislativo e de fiscalização, para o de proteção dos direitos dos cidadãos e preservação do meio ambiente, conforme prevê a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, ao dispor de um capítulo reservado ao meio ambiente, bem considerado de uso comum do povo, impondo ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo (BRASIL, 1988).

Conclusão

Os frequentes desastres ambientais decorrentes do vazamento de bauxita e caulim em Barcarena, fazem parte da negligência observada em vários setores. Por um lado, as empresas mineradoras assumiram o risco de produzir o resultado, pois se autuadas, possuem condições de pagar as multas (quando pagam), apresentar defesa ou assinar um Termo de Ajustamento de Conduta-TAC, que traz algumas cláusulas com obrigações de fazer ou pecuniárias, que se cumpridas em determinado lapso temporal, podem suspender as ações judiciais em curso (em que figura no polo passivo) ou impedir que outras sejam ajuizadas. Por outro lado, as mineradoras consideraram esses impactos como externalidades do processo de produção, e o poder público embora tenha um aparato legal coerente, por vezes, em nome do suposto crescimento regional adota uma postura que permite situações de vulnerabilidade socioambiental.

Considera-se importante uma mudança de princípios que defendam a vida e, para isso, torna-se necessário proceder à elaboração e execução de políticas públicas de prevenção e gestão de riscos e desastres, envolvendo o poder público, os empreendedores e a sociedade civil organizada. Em nosso país, observa-se com frequência que o interesses econômicos se sobrepõe aos sociais, visto que comumente a sociedade não é chamada a participar dos processos decisórios de interesse coletivo, e quando isso ocorre, é para cumprir mera formalidade que a lei exige, como nas audiências públicas, que não são consideradas atos decisórios, mas integram um processo deliberativo e assim influenciam no processo de decisão, podendo cumprir bem esse fim a que se destinam, pois quanto mais forem realizadas como o escopo deliberativo, poderão influir ou influenciar no processo de decisão, dependendo do grau de interesse e mobilização da população.

As investigações procedidas pelos órgãos públicos, na esfera estadual e federal, confirmaram a poluição de corpos hídricos por metais pesados no município de Barcarena. As diversas irregularidades constatadas, ainda sem proporções exatas acerca dos impactos no meio ambiente, na saúde da população e dos animais, confirmam o nexo de causalidade que no futuro próximo, poderá conduzir à triplíce responsabilidade ambiental (civil, administrativa e penal), das empresas, de seus gestores envolvidos, como também dos agentes públicos omissos ou negligentes.

Referências

- Acselelad. H. (2009). *O que é justiça ambiental*. Rio de Janeiro. Garamond.
- Acselelad. H. (2010). Ambientalização das lutas sociais. *Revista estudos avançados*, São Paulo, v. 24, n. 68, 103-119.
- Aires.U.R. V. and Silva, D.D. (2018).Changes in land use and land cover as a result of the failure of a mining tailings dam in Mariana, MG, Brazil. *Land Use Policy*, 70, 63-70.
- Araújo. F.R.S. (2017) A vulnerabilidade social no estado do Pará. In: *Territórios em números : insumos para políticas públicas a partir da análise do IDHM e do IVS de municípios e Unidades da Federação brasileira*, livro 1 / organizadores: Bárbara Oliveira Marguti, Marco Aurélio Costa, Carlos Vinicius da Silva Pinto. - Brasília: IPEA: INCT, 111-153.
- BRASIL (1988). Presidência da República. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 04 ago.2020.
- BRASIL (2010). Presidência da República. *Decreto Federal n.º 7.257/2010*. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, sobre as transferências de recursos para ações de socorro, assistência às vítimas, restabelecimento de serviços essenciais e reconstrução nas áreas atingidas por desastre, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7257.htm. Acesso em: 02 ago.2020.
- BRASIL (2019). Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil-SEDEC. *Glossário de Defesa Civil, Estudos de Riscos e Medicina dos Desastres*. Disponível em: <https://www.mdr.gov.br/protecao-e-defesa-civil/publicacoes>. Acesso em: 02 ago.2020.
- CBM - CORPO DE BOMBEIROS MILITAR (2007). *Coordenadoria Estadual de Defesa Civil. Relatório de atividades da defesa civil. Vazamento de caulim*. Belém/Pa.CPC.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2003a). *Lauda Pericial n.º 012/03*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2003b). *Lauda Pericial n.º 042/03*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2004). *Lauda Pericial n.º 017/04*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2007a). *Lauda Pericial n.º 011/07*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2007b). *Lauda Pericial n.º 009/07*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2007c). *Lauda Pericial n.º 019/07*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2009a). *Lauda Pericial n.º 043/09*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2009b). *Lauda Pericial n.º 048/09*. Belém/Pa.

- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2012a). *Lauda Pericial n.º 13/2012*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2012b). *Lauda Pericial n.º 54/2012*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2013). *Lauda Pericial n.º 90/2013*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2014). *Lauda Pericial n.º 83/2014*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2019a). *Lauda Pericial n.º 2019.01.000123-AMB*. Belém/Pa.
- CPC - CENTRO DE PERÍCIAS CIENTÍFICAS RENATO CHAVES (2019b). *Lauda Pericial n.º 2019.01.000128-AMB*. Belém/Pa.
- Ferreira, A. B. H. (2000). *Miniaurélio Século XXI*. 4. ed. Rev. Ampliada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Ferreira, D. L. N. (2015). *Conflito pelo uso da água na Amazônia Brasileira: uma análise envolvendo a atividade mineradora - metalúrgica e as comunidades ilha São João e Curupeté no município de Barcarena (Dissertação de Mestrado)*. Universidade Federal do Pará, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém, 135f.
- GOOGLE - GOOGLE EARTH PRO 7.3.2.5776 (2009). Planta da mineradora Alunorte, Barcarena, Pará. Coordenadas 1°32'40.88"S e 48°43'50.80"W. Elevação 14 m. Data de Visualização: 10/01/2020. Ano da imagem 2009.
- GOOGLE - GOOGLE EARTH PRO 7.3.2.5776 (2018). Planta da mineradora Alunorte, Barcarena, Pará. Coordenadas 1°32'40.88"S e 48°43'50.80"W. Elevação 14 m. Data de Visualização: 10/01/2020. Ano da imagem 2018.
- GOOGLE - GOOGLE EARTH PRO 7.3.2.5776 (2019). Plantas das mineradoras, Barcarena, Pará. Coordenadas 1°33'35.61"S e 48°45'2.35"W. Elevação 14 m. Data de Visualização: 10/01/2020. Ano da imagem 2019.
- Guerra, M. B. B., Teaney, B. T., Mount, B. J., Asunskis, D. J., Jordan, B. T., Barker, R. J., ... & Schaefer, C. E. G. (2017). Post-catastrophe Analysis of the Fundão Tailings Dam Failure in the Doce River System, Southeast Brazil: Potentially Toxic Elements in Affected Soils. *Water Air Soil Pollut.* 228:252. DOI:<https://doi.org/10.1007/s11270-017-3430-5>
- Herculano, S. C. (2002). Riscos e desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil, In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 1, out.2002, Indaiatuba, São Paulo.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (2016). *Rompimento da barragem de Fundão: documentos relacionados ao desastre da Samarco em Mariana/MG*. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/recuperacao-ambiental/rompimento-da-barragem-de-fundao-desastre-da-samarco/documentos-relacionados-ao-desastre-da-samarco-em-mariana-mg>. Acessado em 11/11/2019.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2019). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acessado em 11/01/2020.
- IEC - INSTITUTO EVANDRO CHAGAS-MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS (2003 a). *Avaliação do Impacto no rio Murucupi em decorrência do Transbordo de Efluentes da Bacia de Rejeitos Sólidos da Alunorte no Município de Barcarena-Pa*. Belém-Pa.
- IEC - INSTITUTO EVANDRO CHAGAS-MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS (2003b). *Avaliação técnica sobre o Fenômeno da Mortandade de Peixes Ocorrido no dia 23/06/03 na Praia de Itupanema no Município de Barcarena, Estado do Pará*. Belém-Pa.
- IEC - INSTITUTO EVANDRO CHAGAS-MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS (2007). *Relatório IEC-SEMAM 005/2007: Atividades industriais no município de Barcarena, Pará*. Os impactos ambientais nos igarapés Curupeté e Dendê a partir do lançamento de efluentes ácidos do processo de beneficiamento do caulim e avaliação das águas de consumo das comunidades do bairro industrial e ilha São João. Belém/Pa.
- IEC - INSTITUTO EVANDRO CHAGAS-MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS (2009). *Relatório SAMAM 01/2009. Caracterização Preliminar dos Impactos Ambientais, Danos ao Ecossistema e Riscos à Saúde Decorrentes do Lançamento no Rio Murucupi de Efluentes do Processo de Beneficiamento de Bauxita, Barcarena-Pará*. Belém-Pa.
- IEC - INSTITUTO EVANDRO CHAGAS-MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS (2018a). *Relatório Técnico SAMAM-IEC 02/2018*. Belém-Pa.
- IEC - INSTITUTO EVANDRO CHAGAS-MINISTÉRIO DA SAÚDE-MS (2018b). *Relatório Técnico SAMAM-IEC 03/2018*. Belém-Pa.
- IRCC - IMERYS RIO CAPIM CAULIM (2018). *Imerys no Pará*. Disponível em: http://www.imerysnopara.com.br/pagina/?id=1&id_categoria=21. Acessado em: 02junho 2020.
- LAQUANAM - LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA (2007). *Estudo preliminar dos níveis de contaminação ambiental provocado por vazamento de efluente da Imerys Rio Capim Caulim na região de Vila do Conde - Barcarena - Pa*. Belém/Pa.
- LAQUANAM - LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA (2009). *Estudo Preliminar dos Níveis de Contaminação Ambiental no Rio Murucupi Provocado por Vazamento de Efluente da Alunorte na Região de Vila do Conde-Barcarena-PA*. Belém/Pa.
- LAQUANAM - LABORATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ-UFPA (2011). *Relatório sobre o vazamento do duto de caulim da*

- Imerys Rio Capim Caulim (IRCC) região de Vila do Conde - Barcarena - Pará.* Belém/Pa.
- LaschefsK, K. (2019). Rompimento de barragens em Mariana e Brumadinho - MG: Desastres como meio de apropriação. *Anais do XIII ENANPEGE*. Realizado em setembro de 2019.
- Leff, E. (2010). *Discursos sustentáveis*. São Paulo: Contexto, 293 p.
- Lemos, M. A. Q., Pimentel, M. A. S. and Rocha, E. P. (2017). *Balsas de resíduos minerais y los impactos sociales y ambientales en Barcarena - Pa.* *Caminhos de Geografia*, 18, 64, 413-425.
- Lemos, M. A. Q. (2018). *Influência da precipitação na atividade de beneficiamento de caulim em Barcarena-Pa e seus impactos socioambientais (Dissertação de mestrado)*. Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências, Programa de Pós-graduação em Gestão de Riscos e Desastres Naturais na Amazônia, Belém/Pa.
- Mamed, D. O., Ferreira, H. S. (2015). *O terceiro ciclo do novo constitucionalismo latino-americano: a busca pela justiça socioambiental por meio do reconhecimento dos direitos da natureza*. In: Benjamin, Antonio Herman; Leite, José Rubens Morato (Orgs.). 20º Congresso Brasileiro de Direito Ambiental, 10º Congresso de Direito Ambiental dos Países de língua Portuguesa e Espanhola, 10º Congresso de Estudantes de Direito Ambiental. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 489-501.
- Mathis, A. and Peregovich, B. (2009). *A sustentabilidade da mineração na amazônia - O caso do estado do Pará (Brasil)*. Belém: *Papers do NAEA*, n.º 257.
- Martinez-Alier, J. (2006). *Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad*. *POLIS Revista Académica de la Universidad Bolivariana de Chile*, v. 5 n. 13. p 4-12.
- Martinez-Alier, J. (2012). *O Ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração*. 2ª ed. São Paulo: Contexto. 379 p.
- Monteiro, M.A. (2005). Meio século de mineração industrial na Amazônia e suas implicações para o desenvolvimento regional. *Estudos Avançados*, 53, 187-206.
- Moreira, E. C. P. (2017). *Justiça socioambiental e direitos humanos: uma análise a partir dos direitos territoriais de povos e comunidades tradicionais*. 1 ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris.
- MPF - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (2018a) *A Justiça Federal publicou decisão liminar sobre o caso, determinando a suspensão parcial das atividades da mineradora e a proibição do uso do DRS2*. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/paginas-especiais/paginas-caso-hydro/historico>. Acesso em 05.01.20.
- MPF - MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL (2018b) *Ação cautelar cível força-tarefa MPF MPA contra HydroAlunorte*. Disponível em: http://www.mpf.mp.br/pa/sala-de-imprensa/documentos/2018/acao-cautelar-civel-forca-tarefa-mpf-mppa-vs-hydro-alunorte_10-04-18.pdf/view. Acesso em: 05.07.18.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2003a). *Inquérito Policial n.º 40/2003.000144-1*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2003b). *Inquérito Policial n.º 40/2003.000193-8*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2003c). *Inquérito Policial n.º 40/2003.000189-4*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2004). *Inquérito Policial n.º 40/2004.000292-3*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2006). *Inquérito Policial n.º 40/2006.000267-9*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2007). *Inquérito Policial n.º 40/2007.000302-4*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2009). *Inquérito Policial n.º 40/2009.000396-0*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2012a). *Inquérito Policial n.º 40/2012.000205-0*. Belém/Pará.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2012b). *Inquérito Policial n.º 40/2012.000791-1*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2016a). *Inquérito policial n.º 40/2016.100121-0*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2016b). *Inquérito policial n.º 40/2016.100199-9*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2017). *Inquérito policial n.º 40/2017.100421-6*. Belém/Pa.
- PC - POLÍCIA CIVIL, DIVISÃO ESPECIALIZADA EM MEIO AMBIENTE (2018). *Inquérito Policial n.º 40/2018.100090-0*. Belém/Pa.
- Santilli, J. (2005). *Socioambientalismo e novos direitos: proteção jurídica à diversidade biológica e cultural*. São Paulo: Petrópolis.
- Silva, F. A. O. (2012). *Por uma gestão das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Murucupi-Barcarena-Pa (Dissertação de Mestrado)*. Universidade Federal do Pará Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Belém/Pa.
- UNISDR - UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION (2009). *Terminology on disaster risk reduction*. Geneva, 2009. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf. Acesso em: 19 jan. 2020.
- USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. *Landsat 5 Level-1 Data Products - Landsat Missions*. Disponível em: <https://landsat.usgs.gov/landsat-level-1-standard-data-products>. Acesso em: 27 jan. de 2019.