



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

FRANCISCO DE ASSIS CRUZ MELO

**ANÁLISE DA QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DO
DISTRITO INDUSTRIAL DE BARCARENA – PARÁ**

BELÉM-PA

2021

FRANCISCO DE ASSIS CRUZ MELO

**ANÁLISE DA QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DO
DISTRITO INDUSTRIAL DE BARCARENA – PARÁ**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais.

Orientadora: Dra. Márcia Aparecida da Silva Pimentel

**BELÉM-PA
2021**

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

- M528a Melo, Francisco de Assis Cruz.
Análise da qualidade socioambiental do Distrito Industrial de
Barcarena – Pará / Francisco de Assis Cruz Melo. — 2021.
122 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof^ª. Dra. Márcia Aparecida da Silva Pimentel
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de
Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais, Belém, 2021.
1. qualidade socioambiental. 2. grandes empreendimentos.
3. Barcarena. 4. recursos hídricos. 5. habitabilidade urbana. I.
Título.

CDD 550.727

FRANCISCO DE ASSIS CRUZ MELO

ANÁLISE DA QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DO DISTRITO INDUSTRIAL DE BARCARENA – PARÁ

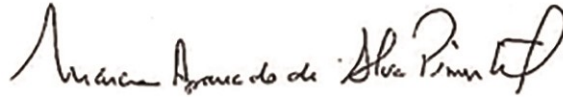
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Pará em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia

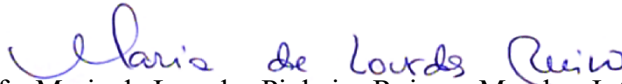
Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais.

Data da Defesa: 29 / 04 / 2021

Banca Examinadora:



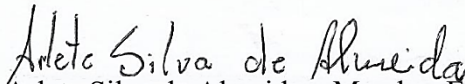
Prof. Márcia Aparecida da Silva Pimentel – Orientadora
Doutora em Geografia Física
Universidade Federal do Pará



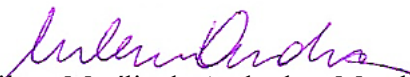
Prof. Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo – Membro Interno
Doutora em Agronomia
Museu Paraense Emílio Goeldi



Prof. Everaldo Barreiros de Souza – Membro Interno
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará



Prof. Arlete Silva de Almeida – Membro Externo
Doutora em Ciências Ambientais
Museu Paraense Emílio Goeldi



Prof. Milena Marília de Andrade – Membro Externo
Doutora em Ciências
Universidade Federal Rural da Amazônia

A história da humanidade parte de um mundo de coisas em conflito para um mundo de ações em conflito. No início, as ações se instalavam nos interstícios das forças naturais, enquanto hoje é o natural que ocupa tais interstícios. Antes, a sociedade se instalava sobre lugares naturais, pouco modificados pelo homem, hoje, os eventos naturais se dão em lugares cada vez mais artificiais, que alteram o valor, a significação dos acontecimentos naturais. (Milton Santos, 2006)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Sr. Deus Todo-Poderoso Jeová, pois dele advém toda a vida com um único propósito. À minha orientadora Márcia Aparecida Pimentel que foi sempre incansável em suas orientações e me acolheu carinhosamente com sua sabedoria. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais-PPGCA que dispõem de eméritos Professores Doutores que ao ministrarem suas aulas tributaram parcela do seu vastíssimo saber científico para a minha formação profissional. Nominalmente aos ternos amigos e amigas Profa. Rosa Claudia (sua participação e apoio nas linhas desta pesquisa científica foram essenciais e incomparáveis), Rosane Maia (sua humanidade e solidariedade deram novo fôlego a minha pesquisa), Rosemildo Lima, Vanda Amin, Walter Jr., Otávio Barroso, Marcos Venicius, que são aliados e se prontificaram em me ajudar nos momentos mais decisivos e difíceis, não medindo esforços para que eu pudesse atingir meus objetivos. À minha família todo o apoio, a minha mãe Maria Luiza Cruz Melo que está sempre ao meu lado incansavelmente. Aos colegas de classe, amigos e a todas as pessoas que contribuíram direta e indiretamente com a pesquisa. E aos meus amados filhos queridos Louise Vitória, Luiz Felipe, Emmanuel Vinicius. À Lúcia Imbiriba (Bibliotecária do IG-UFGA) que me auxiliou e corrigiu carinhosamente na formatação final desta Tese. Ao meu amigo Dr. Giordani Rafael Sodré (UFGA) que produziu com maestria os gráficos desta Tese. Ao prezado amigo João Vitor G. dos Santos que produziu com primor os documentos cartográficos desta pesquisa.

A todos que estiveram ao meu lado durante toda essa jornada o meu mais sincero obrigado e espero um dia corresponder a todas as expectativas e a confiança depositadas em mim.

RESUMO

A expansão urbana na Amazônia, no último meio século, é resultado da implantação programada de Grandes Empreendimentos Industriais, em associação com o Estado. Esses agentes promoveram um modelo de desenvolvimento em novos espaços produtivos integrados à modernidade global. Contudo, seus efeitos sociais e ambientais também se deram de maneira adversa, isto é, houve o agravamento e o surgimento de inúmeros impactos socioambientais nos territórios amazônicos, sendo a cidade de Barcarena um espelho deste cenário contraditório entre desenvolvimento e impactos socioambientais. Nesta pesquisa foi proposta a análise da qualidade socioambiental dos territórios intraurbanos de Barcarena, com o uso e/ou adoção de indicadores ambientais urbanos que foram classificados e organizados metodologicamente para poder traduzir de modo claro e eficiente as condições socioambientais que se encontram a população desta urbe industrial, que residem em assentamentos naturais e construídos no entorno dos Grandes Empreendimentos Industriais. Buscou-se também descrever, quantificar e discutir as variáveis socioambientais que foram extraídas para interpretar a realidade desta cidade amazônica. Os resultados indicaram que os ambientes natural e construído de Barcarena apresentam condições socioambientais críticas expressas em variáveis que apontaram problemas graves no abastecimento de água, no sistema de esgotamento sanitário, na pavimentação de vias, na coleta e destinação de resíduos sólidos, na disposição e conservação da cobertura vegetal. Essas variáveis indicaram assimetria nas condições socioambientais das faixas territoriais no entorno dos Grandes Empreendimentos minero-metalúrgicos demonstrando que os grupos populacionais locais estão sob severo risco dos efeitos dos impactos e desastres ambientais. Nesta pesquisa também se desenvolveu a avaliação de serviços ambientais urbanos como transporte coletivo, qualidade da água, acesso à saúde enquanto direitos dos cidadãos à uma cidade sustentável. A conclusão desta pesquisa mostra que os impactos dos desastres ambientais provocados pelos grandes empreendimentos industriais comprometem o equilíbrio dos ecossistemas naturais e os ambientes construídos e suas repercussões negativas são devastadoras sobre as populações assentadas nos aglomerados subnormais, nos territórios quilombolas-indígenas e nas faixas agrofloretais. Esperamos que este trabalho venha contribuir para a leitura e interpretação da qualidade socioambiental dos espaços intraurbanos amazônicos, a partir da realidade socioambiental dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, em Barcarena, e suas inúmeras instabilidades e conflitos socioambientais que

afligem parcela considerável dos habitantes desta cidade Amazônica, parte deles descritos e analisados nesta pesquisa. E aponte uma perspectiva possível em se traçar políticas públicas de reparação dos ambientes natural e construído, bem como políticas de assistência às populações, em especial as que se encontram em situação de vulnerabilidade socioambiental. Estabelecendo-se de forma sólida um horizonte promissor que permita o vislumbre de se estabelecer não apenas uma cidade sustentável, mas sim, cidades sustentáveis socioambientalmente em solo amazônico.

Palavras-chave: qualidade socioambiental; grandes empreendimentos; Barcarena.

ABSTRACT

The urban expansion in the Amazon, in the last half century, is the result of the planned implantation of Large Industrial Enterprises, in association with the State. These agents promoted a development model in new productive spaces integrated with global modernity. However, its social and environmental effects have also occurred in an adverse way, that is, there have been the worsening and the emergence of numerous socio environmental impacts in the Amazonian territories, the city of Barcarena being a mirror of this contradictory scenario between development and socio environmental impacts. In this research it was proposed an analyze of the socio environmental quality of Barcarena's intra-urban territories, with the use and / or adoption of urban environmental indicators that were classified and organized methodologically to be able to translate in a clear and efficient social environmental conditions that are the people of this city industrial, residing in natural settlements and built around the Large Industrial Enterprises. It also sought to describe, quantify and discuss the socio environmental variables that were taken to interpret the reality of this Amazonian city. The results indicated that the natural and built environments of Barcarena present critical socio environmental conditions expressed in variables that pointed out serious problems in the water supply, in the sanitary sewage system, in the paving of roads, in the collection and destination of solid waste, in the disposal and conservation vegetation cover. These variables indicated asymmetry in the socio environmental conditions of the territorial bands surrounding the Large Enterprises of mining and metallurgical, demonstrating that local population groups are at severe risk from the effects of impacts and disasters environmental. In this research, was also developed the evaluation of urban environmental services, such as public transport, water quality, access to health and safety, as citizens' rights to a sustainable city. The conclusion of this research shows that the impacts of environmental disasters caused by large industrial enterprises compromise the equilibrium of natural ecosystems and the built environments and their negative repercussions are devastating on populations settled in subnormal agglomerations, in quilombola-indigenous territories and in agroforestry strips. It is hoped that this work will contribute to the reading and interpretation of the socio environmental quality of Amazonian intra-urban spaces, based on the socio environmental reality of the Murucupi and Vila do Conde Districts, in Barcarena, and their countless instabilities and conflicts socio environmental that afflict a considerable portion of inhabitants of this Amazonian city, part of them described and

analyzed in this research. And point out a possible perspective regarding public policies for repairing natural and built environments, as well as policies to assist populations, especially those who are in a situation of socio environmental vulnerability. Settling of solid form a horizon promising to allow a glimpse of establishing not only a sustainable city, but, socially and environmentally sustainable cities in Amazonian soil.

Keywords: socio environmental quality; large enterprises; Barcarena.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Localização do Município de Barcarena com Indicação da Área de Estudo.	28
Quadro 1- Descrição do Índice de Qualidade Ambiental Urbana.....	30
Quadro 2- Formas de disposição/afastamento dos esgotos e o respectivo peso de cada uma na avaliação da qualidade ambiental.....	31
Quadro 3- Pontuação do Índice de qualidade ambiental urbana	32
Quadro 4 - Características das classes de uso e cobertura da terra	33
Figura 2 – Situação de acesso a cobertura de coleta e tratamento de esgoto nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde – Barcarena – Pará em 2019.....	39
Figura 3 – Pavimentação asfáltica das vias dos distritos do Murucupi e Vila do Conde – Barcarena – PA.....	42
Figura 4 – Mapa de riscos nas vias pavimentadas e não pavimentadas dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde – Barcarena-PA em 2020.	44
Figura 5 – Mapa de análise do uso e ocupação do solo dos Distritos de Vila do Conde e Murucupi – PA em 2020.....	46
Figura 6- Variabilidade mensal média Médias de temperaturas mensais (2015 – 2019)47	

CAPÍTULO 3

Figura 1 – Mapa de localização dos Distritos de Barcarena-PA. Destaque para as bacias hidrográficas.	62
Figura 2 – Quantidade de coletas de amostra de água nos Distritos de Barcarena-PA ..	64
Quadro 1 – Teores dos metais considerados tóxicos na água destinada ao consumo humano, de acordo com várias legislações ao redor do mundo.....	65
Quadro 2 – Resumo da estatística descritiva geral dos metais por comunidade com teores acima do VMP (2015).....	65
Quadro 3- Descrição do índice de qualidade da água integrado	66

Quadro 4- Pontuação do indicador de qualidade da água integrado	67
Figura 3 – Análises físico-químicas da água (Cloro residual, cor, turbidez e pH) – anos de 2014, 2015, 2017 e 2018.....	68
Figura 4 – Ilustração do risco de desastres e impactos ambientais sobre os ecossistemas, vizinhos ao polo industrial de Barcarena, e sua cadeia trófica com efeitos danosos as comunidades agroflorestais (campesinato amazônico) e a paisagem amazônica.....	75
Figura 5 – Mapa de risco de desastre ambiental nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, Barcarena, Pará.	77
Figura 6 – Variabilidade mensal da precipitação entre os anos de 2015 a 2019.	78
Figura 7 – Total de eventos de precipitação intensa ocorrido entre os anos de 2015-2019 no município de Barcarena-PA.	79

CAPÍTULO 4

Figura 1 – Zona de expansão territorial do Polo Industrial de Barcarena, Pará.....	91
Quadro 1 – Descrição-síntese do índice de habitabilidade urbana.	93
Quadro 2- Pontuação do Índice de Habitabilidade Urbana.....	93
Quadro 3 – Indicador de mobilidade urbana.....	94
Quadro 4 – Indicador de defesa civil	94
Quadro 5 – Indicador de saúde	94
Figura 2 – Variabilidade mensal média da temperatura máxima do ar registrada entre os anos de 2015 à 2019.	99
Figura 3 – Mapa de uso e ocupação do solo dos Distritos de Vila do Conde e Murucupi, Barcarena-Pará.	100
Figura 4 – Variabilidade mensal da precipitação entre os anos de 2015 à 2019.	102
Figura 5 – Mapa da localização e da frequência dos desastres ambientais ocorridos na zona de expansão do Polo Industrial de Barcarena, Pará.....	103

Figura 6 – Área de cobertura das unidades de saúde nos distritos do Murucupi e Vila do Conde, Barcarena, Pará.	105
Figura 7 – Total anual de óbitos, por tipo de morbidade, ocorridos no município de Barcarena entre os anos de 2006 à 2017.	106

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Qualidade da classificação associada aos valores do Índice Kappa.....	34
Tabela 2 - Produto parcial do Índice de Esgotamento Sanitário dos Distritos de Murucupi e Vila do Conde, Barcarena.	37
Tabela 3 – Extensão das vias pavimentadas e não pavimentadas	41
Tabela 4 – Precipitação acumulada mensal registrada entre os anos de 2015 a 2019 na cidade de Barcarena-PA	42
Tabela 5 – Impactos socioambientais da precipitação sobre as vias não pavimentadas dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, Barcarena-Pará	43
Tabela 6- As áreas das classes de uso do solo dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, Barcarena, PA – 2020.	44
Tabela 7 - Indicadores parciais e o Índice de qualidade ambiental dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde – Barcarena-PA.	48
Tabela 8 – Número de óbitos que podem ser associados as causas socioambientais e as condições climáticas, por sexo – ano 2017.	50

CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Demonstrativo resumido do IQAi – Ano Referência 2018.	69
Tabela 2 – No de óbitos que podem ser associados as causas socioambientais e as contaminações por veiculação hídrica em Barcarena, Pará – 2006 a 2017.....	76

CAPÍTULO 4

Tabela 1 – Produto do índice de habitabilidade urbana da zona de expansão do Polo Industrial de Barcarena-PA	97
Tabela 2 – Extensão e usos do solo nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde por classe (km ²) – ano 2020.....	101
Tabela 3 – Nº de unidades de Saúde em Barcarena	105

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AR	Área de Risco
ATOTAL	Área total da zona de habitabilidade urbana
AVEG	Área coberta por vegetação na zona de habitabilidade urbana
CNS	Conselho Nacional de Saúde
DIP	doenças infecciosas e parasitárias
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IHU	Indicador de habitabilidade urbana
IQAU	Índice de Qualidade Ambiental Urbana
IQAi	Índice de Qualidade da Água Integrado
IS	Índice de Saúde
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPPA	Ministério Público do Pará
MPF	Ministério Público Federal
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PRC	PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TC	Transporte coletivo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA	18
1.1 Introdução	18
1.1.1 As cidades amazônicas, os Grandes empreendimentos e a questão socioambiental	19
1.1.2 A questão socioambiental e os indicadores ambientais urbanos	20
1.1.3 Precipitação, temperatura do ar e a qualidade socioambiental	22
1.2 Justificativa da Pesquisa	23
1.3 Objetivos	24
1.3.1 Objetivo Geral	24
1.3.2 Objetivos Específicos	24
1.4 Estrutura da Tese	24
CAPÍTULO 1 ESTUDO DA QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL URBANA DOS DISTRITOS DO MURUCUPI E VILA DO CONDE EM BARCARENA PARÁ COM USO DE INDICADORES AMBIENTAIS URBANOS	25
2.1 Introdução	26
2.2 Materiais e Métodos	27
2.2.1 Localização da área de estudo	27
2.2.2 Materiais	29
2.2.2.1 <i>Precipitação</i>	29
2.2.2.2 <i>Temperatura do Ar</i>	29
2.2.3 Métodos	30
2.2.3.1 <i>Descrição do Modelo do índice de qualidade socioambiental urbana</i>	30
2.2.3.2 <i>Descrição da base de dados dos mapas</i>	32
2.2.3.3 <i>Mapa das áreas de risco nas vias</i>	32
2.2.3.4 <i>Descrição do mapa de cálculo do índice de cobertura vegetal</i>	32
2.2.3.5 <i>Mapa da cobertura de coleta de esgoto</i>	34
2.2.3.6 <i>Descrição da base de dados do abastecimento de água, limpeza pública e esgotamento sanitário</i>	35
2.3 Resultados	35
2.3.1 <i>Índice de abastecimento de água (Iabs)</i>	35
2.3.2 <i>Esgotamento sanitário (Ies)</i>	37

2.3.3 Limpeza pública urbana (<i>Ilpu</i>)	40
2.3.4 Pavimentação das ruas (<i>Ipav</i>)	41
2.4.5 Cobertura Vegetal (<i>Icv</i>)	44
2.4 Discussão	47
2.5 Conclusões	52

CAPÍTULO 3 DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DO DISTRITO INDUSTRIAL DE BARCARENA, PARÁ, COM ADOÇÃO DE INDICADOR DE QUALIDADE DA ÁGUA.....58

3.1 Introdução	59
3.2 Materiais e Métodos	62
3.2.1 Descrição da área de estudo.....	62
3.2.2 Materiais	63
3.2.2.1 <i>Precipitação</i>	63
3.2.2.2 <i>Relatórios Técnicos: Ação Civil Pública (MPPA, 2015); Relatório 003/2018 (Instituto Evandro Chagas. IEC, 2018)</i>	63
3.2.2.3 <i>Relatório 003/2018 (Instituto Evandro Chagas)</i>	65
3.2.3 Métodos	66
3.2.3.1 <i>Descrição do índice de qualidade da água integrado</i>	66
3.2.3.2 <i>Descrição da base de dados do abastecimento de água e das amostras dos componentes físicos, químicos e biológicos da água</i>	67
3.2.3.3 <i>Descrição da confecção do mapa das áreas de risco ambiental</i>	67
3.2.3.4 <i>Descrição da pesquisa de campo</i>	67
3.3 Resultados e Discussão	68
3.3.1 Resultados.....	68
3.3.2 Discussão	70
3.3.2.1 <i>O IQAi no contexto dos desastres ambientais</i>	70
3.3.2.2 <i>A percepção de risco de desastres ambientais e o IQAi</i>	73
3.3.2.3 <i>O risco de desastres ambientais, os eventos de precipitação extrema e a fragilidade do direito à água potável</i>	77
3.4 Conclusões	80

CAPÍTULO 4 ESTIMATIVA DA QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DOS DISTRITOS DA ZONA DE EXPANSÃO DO POLO INDUSTRIAL DE BARCARENA, PARÁ, UMA PROPOSTA QUALI-QUANTI PARA A HABITABILIDADE URBANA	86
4.1 Introdução	88
4.2 Materiais e Métodos	91
4.2.1 Localização da área de estudo	91
4.2.2 Materiais	92
4.2.2.1 Temperatura do Ar.....	92
4.2.2.2 Precipitação	92
4.2.3 Métodos	93
4.2.3.1 Descrição do índice de habitabilidade urbana	93
4.2.3.2 Descrição da pesquisa de Campo	94
4.2.3.3 Descrição da proposta Quali-Quantitativa para a habitabilidade urbana	95
4.2.3.4 Descrição da base de dados referente aos serviços de habitabilidade	96
4.2.3.5 Descrição da confecção do mapa de uso do solo.....	96
4.3 Resultados e Discussão	96
4.3.1 Resultados.....	96
4.3.2 Discussão.....	97
4.3.2.1 <i>Infraestrutura e mobilidade urbanas: a habitabilidade urbana em fluxo descompassado</i>	98
4.3.2.2 <i>O risco de desastres e os serviços de utilidade pública: a habitabilidade sob ameaça</i>	102
4.3.2.2.1 O risco de desastres: retrospectiva e impactos ambientais na habitabilidade	102
4.3.2.2.2 Serviços de saúde: proteção (bem-estar) e habitabilidade.....	104
4.3.2.2.3 <i>O IHU e a qualidade socioambiental</i>	107
4.4 Conclusões	108
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS	115
REFERÊNCIAS	117

CAPÍTULO 1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

1.1 Introdução

As cidades brasileiras enfrentam grave desequilíbrio ambiental, como resultado da expansão acelerada dos aglomerados subnormais, do processo industrial, do déficit de infraestrutura urbana, o aumento da densidade populacional, elevação nas cargas de poluentes, a adição de superfícies impermeáveis que impactam sobre os ambientes urbanos, e afetam diretamente a saúde das suas populações, dispendo-se de estimativas para as cidades, em diversas partes do mundo, com populações superiores a 100.000 pessoas, em casos mais graves, com mortes prematuras devido aos altos níveis de poluição do ar (KRZYZANOWSK et al., 2014; ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2016).

As cidades estejam nos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, enfrentam condições ambientais semelhantes, consistindo nas principais agentes que causam as mudanças climáticas, problemas como falta de saneamento básico, deficiência nos meios de transporte público e criminalidade, perda de ecossistemas e terras para satisfazer às demandas urbanas, sem desenvolvimento de políticas públicas adequadas à realidade, evidenciando não apenas o despreparo da gestão pública, mas também sua negligência na condução de uma gestão urbana que favoreça o desenvolvimento sustentável (FARIA et al., 2017; GOMES; ZAMBAM, 2018).

A investigação sobre o urbano com enfoque para a questão ambiental tem ganhado relevo nos anos posteriores à década de 1970, em resposta aos avanços dos problemas ambientais, como aponta Acselrad (2009); Salles, Grigio e Silva (2013), nas discussões sobre sustentabilidade das cidades em sua totalidade, bem como declarações a fim de alertar os gestores e a população sobre o crescimento das cidades e suas consequências, com desdobramentos à qualidade ambiental urbana. Funda-se o escopo para as contribuições teórico-metodológicas para a análise da realidade ambiental urbana brasileira, per si a cidade de Barcarena, que expandiu parte da sua franja urbana e se desenvolveu no entorno industrial minero-metalúrgico, pós 1980 (MACHADO et al., 2019; FURTADO et al., 2020).

A concepção de qualidade socioambiental alinha-se ao princípio de desenvolvimento sustentável, posto ter como finalidade a integração de preocupações ambientais ao bojo das políticas socioeconômicas, fazendo estas políticas responsáveis por seus impactos. Logo, contabilizar tanto a degradação e a exaustão ambientais (indicadores verdes) como o desempenho econômico é um primeiro passo no sentido

dessa integração, atingindo-se a maturidade o desenvolvimento sustentável integra a tríade crescimento econômico, equidade social e integridade ecológica, que na tomada de decisões, são levadas em consideração questões como a irreversibilidade e a incerteza das decisões, a pluralidade de pensamentos e a interdisciplinaridade (MENDONÇA, 2004; FRANCO, 2008; MAGALHÃES JÚNIOR, 2012).

A cidade de Barcarena, Pará, enquanto núcleo urbano faz parte dessa realidade ambiental e reflete uma variada gama multidimensional de problemas ambientais, isto é, crise urbana, sob a égide da deficiência dos serviços de saneamento ambiental, poluição industrial de diversas naturezas, poluição visual, ocupação das margens de rios, redução das áreas verdes e precária arborização. Além do crescimento populacional acelerado sem o devido planejamento, o que requer soluções articuladas de planejamento e gestão urbanos (BURSZTYN; BURSZTYN, 2012; HONDA et al., 2015).

1.1.1 As cidades amazônicas, os Grandes empreendimentos e a questão socioambiental

Os problemas socioambientais estão relacionados ao ritmo de crescimento das cidades médias brasileiras ao longo dos anos. Com isso, não surpreende a constatação de que, na década de 1970, os municípios com população superior a 100 mil habitantes chegavam a 70, enquanto, em 1991, apenas 21 anos depois, esse número evoluiu para 185. Atualmente, em torno de 300 municípios têm população acima de 100 mil habitantes, dos quais 69 são de médio porte, localizados no Estado de São Paulo. O acelerado processo de crescimento das cidades médias nas últimas décadas tem motivado estudos relacionados à gestão, ao planejamento e ao ordenamento territorial. A fim de alcançar o crescimento de forma sustentável, conciliando o crescimento urbano, o desenvolvimento econômico e a equidade ambiental. Contudo a forma como é feita a ocupação do espaço urbano tem provocado sucessivos e inúmeros problemas ambientais, como degradação da cobertura vegetal, perda de biodiversidade, obstrução e alteração da rede de drenagem, transmissão de doenças de veiculação hídrica, contaminação e poluição do ar, da água e do solo, perda de terras produtivas, desencadeamento de processos erosivos (LIMA; SILVEIRA, 2018; STANGANINI; LOLLO, 2018).

Na região Amazônica os Grandes Projetos de exploração mineral, energética e florestal em escala industrial formaram enclaves urbanos de riqueza e modernidade (cidades de empreendimentos), marcados pela destruição ambiental, exclusão social, desestruturação dos meios de reprodução socioeconômicos das populações locais (ARAÚJO; BELO, 2009). Estes projetos (Albrás, Carajás, Mineração Rio do Norte, Urucu e Hidrelétricas) exportam matérias-primas, deixando como custos socioambientais

rios profundamente alterados, impactos ambientais, sociais e epidemiológicos em grande escala (HALL, 1991; OLIVEIRA, 2008; SILVA, 2013).

A proposta do presente estudo analisou uma das vertentes da questão ambiental, que corresponde à qualidade socioambiental de Barcarena, havendo a caracterização e análise dos espaços de maior impacto ambiental e áreas de maior sensibilidade aos impactos ambientais: os aglomerados subnormais e o entorno industrial (PEREIRA, 2015). Pressupõe-se que tal abordagem contribuirá para a leitura da realidade ambiental de Barcarena, que faz parte do rol das médias cidades industriais brasileiras, assinalando a relevância desta pesquisa.

1.1.2 A questão socioambiental e os indicadores ambientais urbanos

Esta tese se estrutura na modelagem de indicadores de qualidade socioambiental e sua capacidade qualitativa e quantitativa de avaliar as variáveis ambientais da cidade de Barcarena, Pará, com o dimensionamento de indicadores de qualidade ambiental, habitabilidade e qualidade da água tratada que expõem às condições socioambientais a que estão submetidos os habitantes dos recortes territoriais deste núcleo urbano paraense (MELO; UENO, 2013).

A tese descreveu e analisou as condicionantes socioambientais materializadas no entorno industrial que estão expressas na espacialidade dos bairros da nova Barcarena (Vila do Conde e Murucupi), e para tal realizou-se a modelagem de indicadores de qualidade socioambiental que expressam a realidade através de dados quantitativos e qualitativos dos territórios urbanos e agrossilvícolas de Barcarena (BOLLMANN; MARQUES, 2000; BRAGATTO et al., 2012).

A análise da qualidade socioambiental de Barcarena permitiu entender as intensas transformações que esta área urbana sofreu nas últimas décadas, por ter se tornado polo industrial mínero-metalúrgico, enquanto extensão dos projetos de ocupação e intervenção das políticas estatais e das empresas nacionais e transnacionais, moldando um cenário de impactos e desastres socioambientais causados pelos grandes projetos (ARAÚJO; BELO, 2009; RODRIGUES, 2015).

Por isso Barcarena tem sido objeto de estudos de impactos socioambientais, provocados por vetores diretos ou indiretos das atividades das empresas de mineração (SANTOS, 2015; CRISTO; TEISSERENC, 2018; ARAÚJO et al., 2018; SILVA, HAZEU, 2019). Nesta linha o artigo “Human Blood Lead Levels and the First Evidence of Environmental Exposure to Industrial Pollutants in the Amazon”, dos pesquisadores do Instituto Evandro Chagas, verificou os níveis de chumbo nas comunidades do entorno

do polo industrial, demonstrando que tais níveis de concentração estão cinco vezes maiores que o nível de referência encontrado no Brasil e em outras regiões do mundo. Este estudo concluiu que os indivíduos podem ter sido expostos ao chumbo pelo ar, solo e/ou alimentos contaminados, resultado da exposição ambiental devido às várias indústrias existentes aos arredores das comunidades e os sucessivos desastres ambientais ocorridos nesta faixa urbano-industrial (QUEIROZ et al., 2019).

Portanto se estabeleceu como princípio teórico para esta tese a qualidade socioambiental dos territórios intraurbanos de Barcarena, que estão no entorno dos grandes empreendimentos industriais. Este campo de análise tem se mostrado eficiente nos estudos que tratam sobre as condições ambientais em espaços intraurbanos, especialmente em ambientes onde há falta de saneamento, adensamento populacional, e outros implicadores da qualidade de vida (GUARIM, 2000; MELO; UENO, 2013; SANTOS et al., 2014).

A temática desta tese é pertinente sob o ponto de vista científico e social, pois a qualidade socioambiental nos estudos sobre as cidades coloca-se como lente de análise sobre a ocupação desordenada dos assentamentos urbanos, a instalação exponencial da atividade industrial, o adensamento na frota automotiva, a ampliação dos rejeitos sólidos e líquidos, a redução das áreas verdes que aprofundam ainda mais as desigualdades no espaço das cidades. Nisto os indicadores urbanos no que tange a avaliação da qualidade socioambiental podem ser usados como parâmetros para avaliação e comparação entre cidades (NUCCI, et al., 2005; MINAKI; AMORIM, 2007; ZORZAL, 2013).

Os problemas socioambientais na Amazônia resultam, entre outros agentes, da implantação de projetos de desenvolvimento do Estado e empresas, que direcionam a exploração intensiva dos recursos naturais amazônicos, como emissão de rejeitos sólidos, líquidos e/ou gasosos, redução ou eliminação de áreas verdes (áreas de proteção ambiental), contaminação de reservatórios hídricos, deficiência dos serviços de saneamento, elevação dos gradientes térmicos, queda da qualidade do ar, depreciação da estrutura da habitação. Esses fatores evidenciam a natureza da deterioração da qualidade socioambiental no entorno industrial de Barcarena, configurando um cenário distópico dos problemas ambientais enfrentados pelas cidades amazônicas (NASCIMENTO, 2012; MARTINS; NUNES, 2015).

Por isso se justifica aplicar um sistema de indicadores de qualidade socioambiental urbana para analisar, interpretar e mensurar os problemas socioambientais de Barcarena e suas áreas periurbanas, disponibilizando condições para o planejamento

ambiental urbano, que apresentem soluções para a mitigação dos problemas socioambientais no meio intra e periurbano do entorno industrial dos grandes empreendimentos industriais de Barcarena (ADÃO; POLETTE, 2018). Em suma, vislumbrou-se demonstrar os níveis de qualidade socioambiental a partir de um recorte territorial do entorno urbano-industrial de Barcarena com o uso de indicadores de qualidade socioambiental, evidenciando os desastres ou impactos ambientais provocados pelos grandes empreendimentos industriais.

Ressalta-se que esta pesquisa tem como escopo a análise da qualidade socioambiental sobre ambientes intraurbanos numa cidade amazônica, Barcarena-Pará, expôs os desastres/impactos ambientais no entorno dos grandes empreendimentos industriais e seus efeitos danosos nos ambientes naturais e construídos das comunidades dos aglomerados subnormais, das comunidades quilombolas-indígenas, das comunidades ribeirinho-agroflorestais.

1.1.3 Precipitação, temperatura do ar e a qualidade socioambiental

O espaço urbano enquanto habitat associa uma diversidade de fatores naturais, sociais, econômicos e culturais que determinam a qualidade de vida de suas populações. Entre os fatores naturais a precipitação e a temperatura do ar enquanto elementos climáticos devem figurar como variáveis que interferem na qualidade socioambiental urbana e suas implicações sobre a população. Posto que os ambientes urbanos são suscetíveis a maior absorção e retenção de calor, ao aumento do escoamento superficial visto apresentarem uma extensa área impermeável, com efeitos perigosos como as enchentes e as inundações (PBMC, 2016).

Portanto as cidades constituem-se em espaços onde predominam as ilhas de calor que figuram na lista dos desequilíbrios climáticos e impõem a estes ambientes o signo do desconforto térmico, bem como os seus riscos à saúde humana (AMORIM, 2010). E no espaço amazônico a implantação de polos industriais e a extensão do seu consórcio produtivo, tornaram os espaços urbanos da Amazônia sujeitos a ocorrência do fenômeno climático denominado ilha de calor (CORRÊA et al., 2016; LOPES, 2019; MOREIRA et al., 2020). Além do que o território amazônico está sujeito aos intensos efeitos da radiação solar, por estar na vizinhança da Linha do Equador, o que define médias elevadas de temperatura.

A Amazônia por ser uma área equatorial tem como uma das suas características climáticas predominantes a intensa precipitação. Essa característica determina um perfil dinâmico no meio físico terrestre, que corresponde ao grande volume de água que atinge

o solo das vastas áreas do solo amazônico, estabelecendo-se condições extremas de intemperismo, tais como lixiviação e erosão dos solos, que são controladas pelo conjunto do ecossistema arbóreo da Amazônia.

No entanto quando se trata de ambientes construídos, ou seja, ambientes urbanos o volume de água da chuva ao atingir a superfície dessas áreas, devido à sua baixa capacidade de absorção acaba por gerar elevado escoamento superficial, ocasionando uma gama variada de impactos ambientais, entre eles, os alagamentos de vastas áreas dos territórios urbanos, perdas e danos materiais, doenças transmissíveis pela veiculação hídrica, e óbitos em casos extremos.

Então quando se trata de questões referentes ao clima, como precipitação e temperatura do ar, em áreas urbanas, especificamente na Amazônia, tem-se que estabelecer um sistema de análise que colabore para o entendimento desses fatores climáticos e suas interações com as demais variáveis que fazem parte da realidade do espaço urbano, entre elas as variáveis que apoiam a interpretação da qualidade socioambiental das cidades da Amazônia, e em estrita análise a cidade de Barcarena, polo urbano dos grandes empreendimentos minero-metalúrgicos de feição produtiva globalizada (COSTA, 2015).

1.2 Justificativa da Pesquisa

A implantação dos Grandes Empreendimentos minero-metalúrgicos e as demais atividades industriais consorciadas no solo urbano de Barcarena, provocou a difusão e a superposição dos problemas e desastres ambientais presenciados nos seus ambientes naturais e construídos, como emissão de rejeitos sólidos, líquidos e gasosos, redução e eliminação de áreas verdes (áreas de proteção ambiental), na contaminação de reservatórios hídricos (mananciais, rios, lençóis freáticos), deficiência dos serviços de saneamento, elevação dos gradientes térmicos, queda da qualidade do ar, evidenciando a natureza da deterioração da qualidade socioambiental de Barcarena, o que configura um cenário complexo de problemas socioambientais.

Por isso há a necessidade de se estabelecer análises que possam desnudar as condições socioambientais dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, em Barcarena, onde residem populações em aglomerados subnormais, comunidades quilombolas-indígenas, comunidades ribeirinho-agroflorestais. Para este esforço teórico nos servimos de um sistema de indicadores ambientais urbanos que descreveram, mensuraram e interpretaram as variáveis socioambientais que compõem a realidade da cena urbano-industrial de Barcarena, contribuindo para que no futuro sejam estabelecidas condições

de planejamento socioambiental urbano através de políticas públicas, que conduzam a soluções, e assim possam mitigar os problemas socioambientais no meio intraurbano de Barcarena, bem como nos ecossistemas naturais circunvizinhos desta unidade urbana amazônica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar a qualidade socioambiental da área dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena a partir de indicadores ambientais urbanos e estabelecer um perfil de qualidade socioambiental desta cidade amazônica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1 – Analisar a qualidade socioambiental da área circunvizinha dos Grandes Empreendimentos minero-industrial de Barcarena;
- 2 – Descrever e aplicar os indicadores ambientais urbanos na análise da qualidade socioambiental do Distrito Industrial de Barcarena;
- 3 – Identificar e descrever os principais impactos e desastres ambientais ocorridos nos períodos de 2000 a 2018 e seus efeitos danosos ao ecossistema natural e ambiente construído de Barcarena.

1.4 Estrutura da Tese

Este trabalho está estruturado da seguinte forma:

São quatro capítulos, onde, no **Primeiro Capítulo (1)** é realizada uma abordagem geral sobre o percurso teórico e metodológico da qualidade socioambiental e sua correlação a realidade dos ambientes urbanos amazônicos.

No **Segundo Capítulo (2)**, foi realizado o Estudo da qualidade socioambiental urbana dos distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena Pará com uso de indicadores ambientais urbanos.

No **Terceiro Capítulo (3)**, foi proposto o Diagnóstico da qualidade socioambiental do Distrito Industrial de Barcarena, Pará, com adoção de indicador de qualidade da água.

No **Quarto Capítulo (4)**, foi realizada a Estimativa da qualidade socioambiental dos Distritos da zona de expansão do polo industrial de Barcarena, Pará, com uma proposta quali-quantitativa para a habitabilidade urbana.

Ao final realiza-se uma breve discussão das conclusões da pesquisa.

CAPÍTULO 1 ESTUDO DA QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL URBANA DOS DISTRITOS DO MURUCUPI E VILA DO CONDE EM BARCARENA PARÁ COM USO DE INDICADORES AMBIENTAIS URBANOS¹

Resumo

A expansão urbana na Amazônia, no último meio século, é resultado da implantação programada de Grandes Empreendimentos Industriais. Esse modelo de desenvolvimento em novos espaços produtivos integrados à modernidade global causou efeitos sociais e ambientais adversos. A cidade de Barcarena enquanto ambiente urbano amazônico é um espelho deste cenário contraditório entre desenvolvimento e impactos socioambientais. O objetivo desse estudo é descrever, expressar e analisar a qualidade ambiental do entorno do Bairro Industrial de Barcarena, correspondente aos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, utilizando-se como metodologia indicadores de qualidade ambiental urbana. Os dados coletados serviram para interpretar as variáveis causadoras dos impactos socioambientais no entorno urbano-industrial dos Grandes Empreendimentos em Barcarena. Os resultados dos indicadores de abastecimento de água 3,6 pontos, esgotamento sanitário 4,8 pontos, coleta de resíduos sólidos 19,6 pontos, pavimentação de vias, 7,5 pontos e cobertura vegetal 9,3 pontos; ao serem agregados apontam para um índice de qualidade ambiental ruim, 44,8 pontos, posto que a pontuação máxima do índice é 100 pontos. A pontuação 44,8 do índice de qualidade ambiental expressa no seu conjunto às condições socioambientais insalubres pela negação do acesso ao abastecimento de água potável, ao esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos, a pavimentação de vias e a cobertura vegetal, direitos essenciais às populações residentes desse recorte territorial urbano, com risco iminente a sua qualidade de vida e comprometimento à sua saúde.

Palavras-chave: Barcarena; qualidade socioambiental; grandes empreendimentos.

Abstract

The urban expansion in the Amazon, in the last half century, is the result of the planned implantation of Large Industrial Enterprises. This development model in new productive spaces integrated with global modernity has caused adverse social and environmental effects. The city's Barcarena, as an space urban Amazonian, is a mirror of this

¹ Artigo Aprovado na Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Qualis B1, 28/03/2021: MELO, F.A.C.; PIMENTEL, M.A.S.; LEITE, T.V.S. Estudo da qualidade socioambiental urbana dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena Pará com uso de indicadores ambientais urbanos. Rica, v. 12, n. 05, 2021.

contradictory scenario, between development and socioenvironmental impacts. The objective of this study is to describe, express and analyze the environmental quality of the Districts Barcarena Industrial, corresponding to the Murucupi and Vila do Conde Districts, using urban environmental quality indicators as methodology. The collected data were used to interpret the variables that cause socio-environmental impacts in the urban-industrial environment of the Large Enterprises in Barcarena. The results of the water supply indicators 3.6 points, sanitary sewage, 4.8 points, collection of solid waste 19.6, paving of roads, 7.5 and vegetation cover, 9.3; and when aggregated, they point to a bad environmental quality index, 44.8 points, since the maximum score of the proposed index corresponds to 100 points. The score of 44.8 points of the environmental quality index expressed as a whole to the unhealthy socio-environmental conditions is the denial of access to drinking water supply, sanitation, the paving of roads and vegetation cover, essential rights for the residents of this territorial area urban, with imminent risk to their quality of life and compromise to their health.

Keywords: Barcarena; socio environmental quality; great enterprises.

2.1 Introdução

A cidade de Barcarena tem origem nas missões jesuítas, no século XVII, e permaneceu como extensão rural de Belém até 1943, ano em que se emancipou por meio do Decreto Lei 4.505/1943, que a elevou a condição de Município. Entre os anos de 1946 e 1960 houve a transferência da sua sede administrativa da vila de São Francisco para a margem esquerda do rio Mucuruçá. Entre 1960 e 1980, a nova sede de Barcarena situada às margens do rio Mucuruçá, se tornou um importante polo econômico irradiador da população no município de Barcarena (MPF, 2018). Neste período a feição socioespacial de Barcarena sofreu profundas modificações provocadas pela chegada de investimentos internacionais programados pelo Estado brasileiro.

A expansão do capital internacional trouxe consigo o processo de implantação do Complexo Industrial em Barcarena, entre as décadas de 1970 e 1980, que alterou profundamente a configuração do espaço e da população, provocando uma série de mudanças decorrentes das políticas de inserção da Amazônia no contexto do mercado econômico mundial e por outro, ligado aos interesses dos governos brasileiros e estrangeiros promoveram um reordenamento das terras do município de Barcarena para a implantação do grande projeto industrial minero-metalúrgico (MPF, 2018).

A economia de Barcarena se tornou polarizada pelo complexo industrial alumina-alumínio da Albrás e Alunorte, sendo complementada pela atividade portuária projetada para servi-la no Parque Portuário de Vila do Conde. No setor primário, destaca-se a atividade agropecuária, além do crescimento do setor terciário com o turismo e serviços, promovendo um controverso crescimento econômico para o município e para o Estado do Pará, visto que a horizontalidade do capital neste município é acompanhada das mazelas dos impactos socioambientais (CARMO, 2017).

A intensa atividade industrial em Barcarena estabelece uma ordem socioambiental perigosa marcada pela escalada dos impactos ambientais, próprios das áreas de entorno industrial; bem como a ocorrência sucessiva de desastres ambientais ao longo de trinta e quatro anos de funcionamento do complexo mineiro-metalúrgico, que comprometem a biodiversidade aquática e terrestre, a atmosfera, as populações urbanas e as comunidades tradicionais que se encontram na vizinhança desse empreendimento industrial (MARIN; ACEVEDO, 2015).

O quadro socioambiental adverso que predomina em Barcarena impõe o desafio de estudos que possam descrever, mensurar e analisar os problemas socioambientais resultantes da atividade industrial e das demais atividades conexas a esse padrão de produção neste recorte territorial urbano amazônico. E este trabalho realizou a descrição e análise das variáveis da qualidade socioambiental do entorno industrial dos empreendimentos em Barcarena, em específico os Distritos do Murucupi e Vila do Conde, com o uso de indicadores que expressaram a qualidade do ambiente intraurbano dessa cidade amazônica, e desta forma abrem caminhos para a proposição de mitigações dos impactos socioambientais que flagelam, principalmente, as parcelas socioambientalmente mais vulneráveis da população de Barcarena.

2.2 Materiais e Métodos

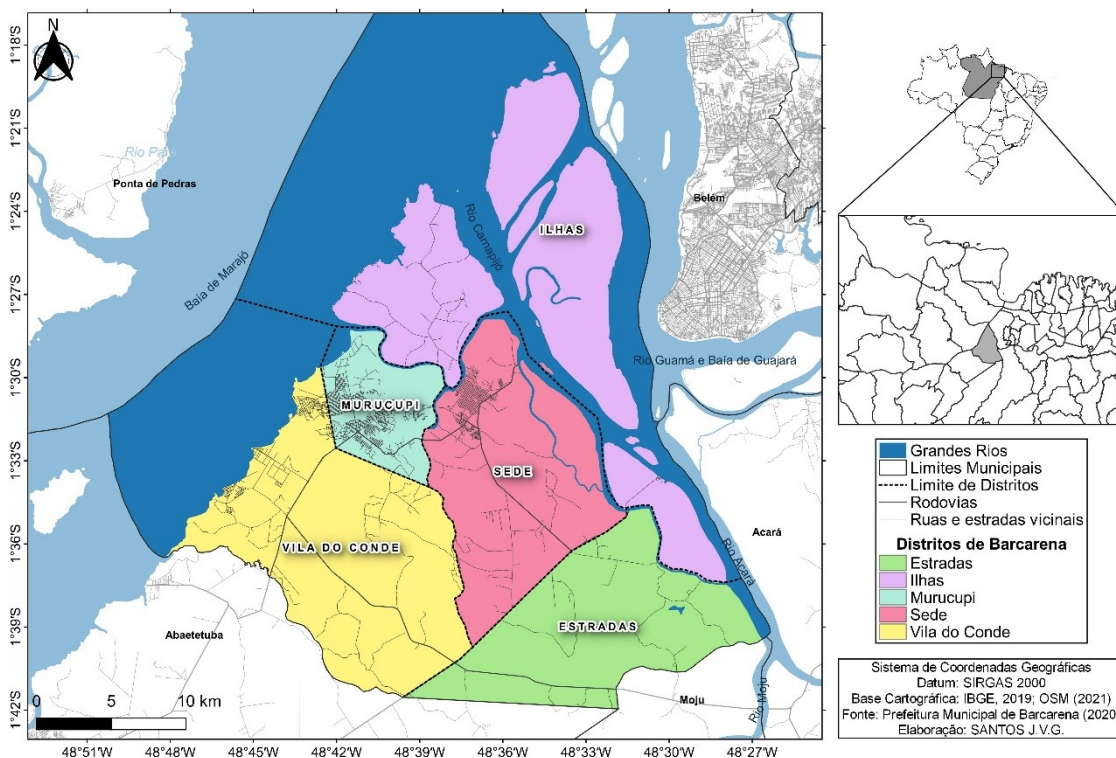
2.2.1 Localização da área de estudo

A cidade de Barcarena-Pará pertencente à mesorregião Metropolitana de Belém e se localiza em uma latitude 01° 30' 21" sul e longitude 48° 37' 33" oeste. A área 1.310,340 km², população estimada 127.027 habitantes, clima quente e úmido, ocorrência de precipitação durante todo o ano sem variação sensível entre as estações, proporcionam muita instabilidade atmosférica, com forte convecção e precipitação. A vegetação do município é predominantemente constituída por: vegetação densa; vegetação de várzea e por vegetações secundárias. A cobertura vegetal primitiva de floresta densa foi quase

totalmente substituída pela ação dos desmatamentos para o plantio de espécies agrícolas de subsistência e pequenos pastos, e em certas áreas permitindo-se o pousio houve a regeneração florestal com diferentes estágios de desenvolvimento da floresta secundária. Ao longo das margens dos rios e igarapés, preponderam as florestas ciliares e de várzeas nos trechos sob influência de inundações, ocorrendo, também, o mangue e a siriúba, margeando os grandes rios e as ilhas do município (PARÁ, 2011; IBGE, 2020).

Estabelecemos um lócus de referência ou área de abordagem georreferenciada no entorno imediato dos grandes empreendimentos correspondente ao Bairro Industrial de Barcarena que está subdividido em Distrito do Murucupi e Distrito de Vila do Conde, que correspondem a área de estudo descrita na Figura 1.

Figura 1 – Localização do Município de Barcarena com Indicação da Área de Estudo



Fonte: Base Cartográfica do IBGE e Pesquisa de Campo (2020).

Selecionou-se essa área de estudo por ser a mais afetada com a expansão urbano-industrial de Barcarena, pois localiza-se no entorno imediato dos grandes empreendimentos minero-metalúrgico e portuário, e sofre com os impactos e desastres ambientais que repercutem como alerta para os riscos de certos empreendimentos industriais em ambientes vulneráveis à ação humana na Amazônia; havendo registros de desastres ambientais de múltiplas naturezas nos últimos 20 anos: derramamento de produtos químicos, episódios de vazamento de lama vermelha das bacias de rejeito da Alunorte, chuva de fuligem, floração de algas, vazamento de óleo, rompimento de duto

com efluentes ácidos, naufrágio de embarcação com centenas de bois vivos (SANTOS, 2015; MARTINS, 2015; CRISTO; TEISSERENC, 2018; SILVA, HAZEU, 2019).

A delimitação dessa área respeita certas características relacionadas aos setores censitários com características homogêneas, em diferentes escalas, os quais aparecem como manchas ou retalhos e variam de tamanho, forma, tipo, heterogeneidade e características de bordas, permitindo a confiabilidade no uso de instrumentais metodológicos e por conseguinte uma maior solidez e veracidade nos resultados obtidos (MAGALHÃES JÚNIOR, 2012).

2.2.2 Materiais

2.2.2.1 Precipitação

Os dados de precipitação utilizados nesta pesquisa pertencem ao banco de dados CHIRPS-Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations, que consiste em uma base de dados formada por diversas fontes de informações, que são: (I) The Climate Hazards Group's Precipitation Climatology (CHPClim); (II) Observações de satélites com espectroscopia de infravermelho termal (Thermal Infrared, TIR), geoestacionárias quase globais da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Centro de Previsão Climática (CPC) e o National Climatic Data Center Climáticos (NCDC); (III) Campos de Precipitação do Coupled Forecast System da NOAA, versão 2 (CFSv2); (IV) Diversas observações de precipitação através de produtos de estações meteorológicas e outros serviços regionais (FUNK et al., 2015).

A principal característica desse conjunto de dados está na altíssima resolução espacial de aproximadamente 5 km, próximo ao equador, cobertura geográfica global de 50°S a 50°N, com o período de dados iniciando em 1981 e se estendendo até os dias atuais, sendo disponibilizado em UCSB, em formato NetCDF, GeoTiff e Esri BIL, nas resoluções temporais diários, pântadas e dados mensais (KATSANOS; RETALIS; MICHAELIDES, 2016).

2.2.2.2 Temperatura do Ar

Os dados de temperatura do ar (máxima, mínima e média) foram obtidos junto ao European Centre for Medium Range Weather Forecast Reanalysis (Era5) que pertence ao European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF). O ERA5 fornece estimativas de hora em hora de um grande número de variáveis climáticas atmosféricas, terrestres e oceânicas. Os dados cobrem a Terra em uma grade de 30 km e resolvem a atmosfera usando 137 níveis da superfície até uma altura de 80 km.

Os dados de temperatura do ar e umidade relativa utilizados nesta pesquisa possuem resolução temporal horária (a cada 3 horas) e resolução espacial de 0,25° (aproximadamente 27 km), compreendendo o período de 1985 a 2020. Os dados foram utilizados para o cálculo de anomalias em períodos de 5 e 10 anos (URRACA et al., 2018).

2.2.3 Métodos

2.2.3.1 Descrição do Modelo do índice de qualidade socioambiental urbana

O estudo proposto se baseia na modelagem do índice de qualidade ambiental urbana desenvolvido por Dias (2011), pois a agregação de indicadores possibilita uma análise integrada da realidade nas suas diversas configurações socioespaciais e ambientais (MELO; UENO, 2013).

Os indicadores de qualidade ambiental foram estruturados objetivando identificar os níveis satisfatórios e os níveis críticos do ambiente intraurbano do Bairro Industrial de Barcarena, que está delimitado pelos Distritos do Murucupi e Vila do Conde. Fez-se a escolha dos indicadores, julgando-se que atendem a proposta deste estudo, visto agregarem variáveis que compõem os indicadores ambientais, a fim de apresentar de forma organizada a descrição e análise dos resultados obtidos que sintetizam a qualidade ambiental das áreas intraurbanas analisadas (DIAS, 2011; MELO; UENO, 2013).

O Índice de Qualidade Ambiental Urbana (IQAU) estruturado por Dias (2011) é especificado conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1- Descrição do Índice de Qualidade Ambiental Urbana.

Indicadores	Cálculos dos Indicadores	Índices parciais	Peso dos Indicadores	Composição dos Indicadores	IQAU
Abastecimento de água (<i>Iabs</i>)	$I_{abs} = \left(\frac{n}{t}\right)$	0 – 1	15	IQAU= IaPa+IbPb+IcPc+Id Pd+IePe	100
Esgotamento sanitário (<i>Ies</i>)	$I_{es} = \frac{p1t1 + p2t2 + \dots pntn}{p1 + p2 + \dots}$	0 – 1	35		
Limpeza pública urbana (<i>I_{lpu}</i>)	$I_{lpu} = \left(\frac{Da}{Td}\right)$	0 – 1	20		
Pavimentação das ruas (<i>I_{pav}</i>)	$I_{pav} = \left(\frac{Lpav}{Ltotal}\right)$	0 – 1	15		
Cobertura Vegetal (<i>I_{cv}</i>)	$I_{cv} = \left(\frac{Aveg}{Atotal}\right)$	0 – 1	15		

Fonte: Dias (2011).

Os índices parciais, na terceira coluna, são números que expressam o estado do indicador avaliado, podendo variar de zero a um. Um indicador cujo índice obtido é zero

corresponde à pior avaliação possível enquanto o índice 1 (um) é aplicado a melhor avaliação.

O índice de qualidade ambiental urbana, coluna 6 do quadro 1, resulta da soma dos indicadores parciais correspondentes multiplicados pelo seu respectivo peso.

Onde:

a, b, c...: indicadores parciais

Atotal: Área total (km²)

Aveg: Área coberta por vegetação (km²)

Da: domicílios atendidos pelo serviço de coleta de lixo (%)

I: índice parcial

Lpav: extensão de vias pavimentadas (km)

Ltotal: total de vias (com e sem asfaltamento)

n: número de domicílios ligados à rede de abastecimento (%)

P: peso do respectivo índice parcial

pn: Fator de peso atribuído para o tipo de disposição do esgoto de acordo com o

Quadro 2 apresenta o tipo de disposição dos esgotos e o seu peso no *Ies*.

t: número total de domicílios (%)

Td: total de domicílios (%)

tn: Porcentagem do tipo de disposição/afastamento do domicílio

Quadro 2- Formas de disposição/afastamento dos esgotos e o respectivo peso de cada uma na avaliação da qualidade ambiental

Forma de disposição/afastamento dos esgotos	Peso
Rede de esgoto com tratamento posterior	1,0
Rede de esgotos ou drenagem sem tratamento posterior	0,5
Fossa séptica com sumidouro ou ligada à drenagem	0,4
Fossa rudimentar	0,2
Vala de infiltração ou outro escoadouro	0,1
Sem dispositivo de afastamento	0,0

Fonte: Dias (2011).

O índice de esgotamento sanitário resulta do somatório das médias ponderadas para cada tipo de disposição.

O sistema de pontuação do Índice de Qualidade Ambiental é descrito no Quadro 3.

Quadro 3- Pontuação do Índice de qualidade ambiental urbana

Classe de IQAU	Valor do IQAU	Nível de qualidade
A	85 – 100	Ótimo
B	65 – 85	Bom
C	50 – 65	Intermediário (Regular)
D	25 – 50	Ruim
E	0 – 25	Péssimo

Fonte: Dias (2011).

2.2.3.2 Descrição da base de dados dos mapas

O mapa de cálculo das vias foi confeccionado com arquivos vetoriais (shapefiles) da base cartográfica contínua do IBGE (BRASIL, 2019) e mais arquivo vetorial criado manualmente a partir da vetorização de um mapa base da prefeitura de Barcarena contendo os limites dos distritos que compõem o município. Todos os arquivos estão no Datum SIRGAS 2000. As vias foram vetorizadas manualmente a partir de uma imagem de satélite da base do Google, adquirida por meio do plugin do QGIS Quick Map Services.

2.2.3.3 Mapa das áreas de risco nas vias

Mapa das áreas de risco nas vias: o arquivo vetorial (.shp) criado para as áreas de risco foi feito a partir da análise de imagens contendo os limites das áreas de riscos mapeadas dentro do software Google Earth Pro pela prefeitura municipal de Barcarena. O mapa gerado foi feito a partir dos shapefiles criados previamente para os demais mapas, mais o novo das áreas de risco, acrescentando também a tabela com as identificações de cada uma das onze áreas de riscos presentes na área de estudo.

2.2.3.4 Descrição do mapa de cálculo do índice de cobertura vegetal

Para classificação de uso e cobertura do solo foi utilizado o satélite de referência Sentinel 2A, possuindo resolução espacial de 10 metros para o dia 25/05/2020, sendo obtida através da plataforma do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). O processamento foi realizado a partir do software de processamento digital de imagens Envi 5.3, onde foi realizado a coleta de amostras para cada classe encontrada, obtendo um total 7 classes, sendo 40 amostras para da classe.

O método de classificação foi realizado a partir do estimado de Máxima verossimilhança, no qual as classes coletadas seguem uma distribuição normal multivariada onde a reorganização de pixels é feita por métodos probabilísticos (NISHIDA; BASTOS, 1998). As classes resultantes do processo são descritas abaixo.

Quadro 4 - Características das classes de uso e cobertura da terra

Classe	Características
Vegetação Densa	Área florestal, geralmente primária, no qual possuem indivíduos emergentes de grande porte formando um extenso dossel.
Vegetação Secundária	Áreas geralmente alteradas, após a supressão total ou parcial da vegetação florestal, encontrando-se em processo avançado de regeneração.
Vegetação Rasteira	Áreas com vegetação pouco desenvolvidas ou áreas com sofreram supressão total da vegetação, sendo convertidas em pastos ou agricultura.
Hidrografia	Águas superficiais que formam espelhos d'água.
Área Estruturada	Áreas residenciais, comerciais e industriais, com edificações e construções (pontes, calçadas e etc.), vias pavimentadas e não pavimentadas. Áreas de solo exposto.
Mineração	Área destinada a exploração mineral
Massas D'água	Águas superficiais que formam espelhos d'água.
Nuvens	Conjunto de partículas de gelo ou água em suspensão em virtude de processos atmosféricos.
Sombra de Nuvens	Sombra referente a Nuvem em suspensão, gerando uma penumbra no objeto imageado.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A avaliação da veracidade dos mapeamentos foi realizada a partir da ferramenta “Confusion Matrix Using Ground Truth ROIs” no qual gera a matriz de confusão das amostras a partir das classes identificadas, gerando o índice de Kappa.

O Índice Kappa é um coeficiente de concordância que indica o quão legítimo são as interpretações, este coeficiente é calculado com base em uma matriz de confusão e, é utilizado como medida de concordância entre o mapa e a referência adotada para a estimativa da exatidão (COHEN, 1960). O Índice Kappa é expresso por:

$$K = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c}$$

Em que: P_0 é a exatidão global; P_c é a proporção de unidades que concordam por casualidade.

The screenshot displays a 'Class Confusion Matrix' for a file named '[Memory9] (3654w2642w1)'. It shows overall accuracy and kappa coefficient values. The matrix is presented in three tables: one for 'Ground Truth (Pixels)', one for 'Ground Truth (Percent)', and one for 'Ground Truth (Percent)' with a different column order. The classes included are Unclassified, VEGETAÇÃO DEN, VEGETAÇÃO SEC, VEGETAÇÃO RAS, MINERAÇÃO, ÁREA ESTRUTUR, AGUA, NUUVENS, and SOMBRA DE NUUV. The 'Total' row for each class shows the sum of pixels or percentages. The overall accuracy is 92.6133% and the kappa coefficient is 0.8822.

A partir dos resultados, Landis e Koch (1977) associam valores do Índice Kappa à qualidade da classificação de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Qualidade da classificação associada aos valores do Índice Kappa

Valores do Índice Kappa	Qualidade da Classificação
0,00	Péssima
0,01 a 0,20	Ruim
0,21 a 0,40	Razoável
0,41 a 0,60	Boa
0,61 a 0,80	Muito Boa
0,81 a 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977). Adaptado por Jones Remo (2019)².

Para a quantificação e representação espacial, utilizou-se um software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), onde a classificação foi reclassificada e convertida em arquivo vetorial. Para a quantificação do arquivo vetorial, foi necessário a realização da reprojeção do sistema de referência, no qual era WGS84, sendo convertido em um sistema de referência métrico, Sirgas 2000 UTM Zona 22 S, podendo assim fazer o cálculo do arquivo vetorial, resultando uma planilha Excel contendo as quantificações e um mapa, especializando a área de análise.

2.2.3.5 Mapa da cobertura de coleta de esgoto

O mapa da área de cobertura de coleta e tratamento de esgoto foi feita a delimitação da área urbanizada dentro dos limites dos distritos de Murucupi e Vila do Conde, através do processo de vetorização de um polígono sobre a imagem de satélite do Google Earth Pro (data das imagens: 9/8/2019). Após isso, o arquivo foi salvo em .kml e aberto dentro do QGis, onde foi transformado em shapefile (.shp).

Dentro do ambiente do QGis, foi criado um outro vetor de polígono demarcando a área do limite da Vila do Conde, a área originalmente planejada para ser a vila operária do complexo industrial de Barcarena. Essa área possui coleta e tratamento de esgoto desde sua fundação e a capacidade do sistema foi recentemente ampliada com a nova ETE (estação de tratamento de esgoto) localizada próximo ao rio Murucupi.

Foi utilizada a ferramenta “diferença simétrica” onde foi feito um recorte da área total menos a da Vila do Conde, resultando, assim, na área que não tem cobertura da rede de coleta e tratamento de esgoto do presente estudo. Posteriormente, foram acrescentadas simbologias para esses arquivos gerados, além de acrescentar outros shapefiles (arquivos vetoriais) contendo informações de hidrografia, rodovias e toponímias para a elaboração do mapa final.

² O professor Jones Remo Barbosa Vale (UFRA) adaptou os valores do Índice Kappa para esta pesquisa.

2.2.3.6 Descrição da base de dados do abastecimento de água, limpeza pública e esgotamento sanitário

A aquisição das informações censitárias e elaboração do banco de dados sobre abastecimento de água, limpeza pública e esgotamento sanitários desenvolveu-se com a obtenção e armazenamento de informações do Censo demográfico de 2010/IBGE e Relatórios Técnicos das Secretarias Municipais de Barcarena.

Foram realizadas coletas de dados primários através de visitas permanentes de campo para mensurar as variáveis que produziram os indicadores de qualidade ambiental (SERVA; JAIME JÚNIOR, 1995).

2.3 Resultados

Neste tópico se dispõe a descrição e quantificação dos indicadores que traçam a qualidade ambiental dos distritos do Murucupi e Vila do Conde, que estão no entorno industrial de Barcarena, com vistas a sua espacialização e melhor exposição das variáveis capazes de demonstrar os problemas socioambientais verificados nesta mancha urbana amazônica, fazendo-se a descrição ordenada dos resultados de cada indicador a seguir.

2.3.1 Índice de abastecimento de água (*Iabs*)

O Sistema de Abastecimento de água do município de Barcarena são sistemas independentes e não são interligados, os sistemas são compostos por Barcarena Sede, Pioneiro, Vila do Conde, Arapari, São Francisco, Vila do Cafezal, Nossa Senhora De Nazaré, Bairro Industrial, Vila Dos Cabanos, Itupanema, Residencial Cabano I e II, Vila Nova, Laranjal, Novo Horizonte. O município de Barcarena é abastecido pela rede pública, por poços escavados, artesianos e tubulares, além de igarapés (BARCARENA, 2013).

A principal forma de abastecimento de água de Barcarena é feita por poços, com 64% de predominância (INFOSANBAS-IBGE, 2020). Isso ocorre porque a população do entorno industrial não tem segurança na qualidade da água fornecida pela Concessionária que presta este serviço, além do que os moradores consideram o metro cúbico da água com valor muito elevado.

O abastecimento através da rede geral é de 24% e outra forma de abastecimento de água é de 12% (INFOSANBAS-IBGE, 2020). Os poços são denominados amazonas pela população local, sendo poços tubulares, quase sempre freáticos, com média de profundidade de 18 a 20 m, o que impõem riscos à saúde humana, pois não dispõem de

avaliação bioquímica e são perfurados em área de risco de contaminação (BRASIL, 2006).

A equação do índice de abastecimento de água aplicada ao percentual estimado em 24% dos domicílios atendidos pelo serviço de água da rede geral, obteve-se *Iabs* de 0,24 ponto. Neste indicador não foi considerada a qualidade da água servida à população.

Existem múltiplos riscos à saúde humana quando a população não tem acesso a água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem, posto que a água tratada é a água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade (BRASIL, 2011). Os riscos que a população enfrenta ao não ter acesso ao sistema de água tratada são: diarreia por *Escherichia coli*, disenteria bacteriana, Febre Tifóide, cólera, leptospirose, hepatite A, verminoses, arboviroses (dengue, Zika, Chikungunya e febre amarela), Amebíase intestinal, Giardíase (BRASIL, 2006). E se não tratadas adequadamente podem levar a óbito.

Em Barcarena no ano de 2017 foram registrados o total de 22 óbitos causados por doenças infecciosas e parasitárias (IBGE, 2020). O Ministério da Saúde (MS, 2010) alerta que essas doenças podem em sua maioria ser causadas por veiculação hídrica, estando associadas a precariedade no sistema de abastecimento de água. Portanto são elevados os riscos que a população dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde está sujeita ao acometimento de doenças infecciosas e contagiosas provocadas pela ausência de acesso ao sistema de abastecimento de água.

Marinho et al. (2016) apontam que houve uma redução na ocorrência de casos e de óbitos relacionados às doenças infecciosas e parasitárias (DIP) de veiculação hídrica no período de 2008 a 2012, em Barcarena. No total, foram registrados 75 casos no município nesse período. As internações por DIP em Barcarena no mesmo período representaram 0,8% dos casos em todo o Estado. Portanto mesmo que não haja abrangência aceitável do sistema de água potável para a população habitante de Barcarena, esta variável crítica não empurra para cima os óbitos relacionados a carência desse serviço socioambiental.

As doenças infecciosas e suas características segundo o Ministério da Saúde (2010) são predominantemente de veiculação hídrica e estão associadas com condições inadequadas de saneamento básico, deficiência de higiene pessoal/ambiental. A deficiência do abastecimento de água tratada, destino inadequado dos dejetos, alta densidade populacional, carências de habitação, higiene inadequado, alimentação

precária são elencados fatores potenciais que podem comprometer a saúde humana (BRASIL, 2010). Condições que são evidenciadas no ambiente urbano dos Distritos de Vila do Conde e Murucupi. Portanto as populações desse recorte intraurbano estão sujeitas a ocorrência dessas patologias socioambientais.

2.3.2 Esgotamento sanitário (*Ies*)

O sistema de esgotamento sanitário de Barcarena é composto por apenas 01 (um) sistema, localizado na Vila dos Cabanos onde atualmente existe apenas a coleta, afastamento e lançamento dos efluentes, estando em fase de implantação uma estação de tratamento de esgoto (ETE). Nos demais bairros que fazem parte dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde constatou-se que não há sistema de afastamento do esgoto sanitário, sendo adotado como procedimento “padrão” para impedir formas de infestações infecciosas à construção de fossas subterrâneas com medidas de 1 m x 1m de largura ou 1 m x 2m de largura e comprimento, por 2,0 m de profundidade, sendo as laterais de alvenaria e fundo consideradas sumidouro. Cada residência dispõe de pelo menos duas fossas: uma sanitária e a outra para rejeitos de gordura.

O IBGE (2020) estima que 27,8% dos domicílios dispõem de esgotamento sanitário adequado em Barcarena. Barcarena (2013) estimou o índice de coleta de esgotos em 25%. Com base nos dados levantados estimou-se nesta pesquisa o percentual de 26% de domicílios integrados a rede de esgotamento sanitário. A Tabela 2 apresenta o *Ies* com base nos dados.

Tabela 2 - Produto parcial do Índice de Esgotamento Sanitário dos Distritos de Murucupi e Vila do Conde, Barcarena.

Tipo de Esgotamento	Quantificação das formas de disposição do esgoto (%)	Produto das formas de disposição do esgoto	Indicador do Esgotamento Sanitário (<i>Ies</i>)
Rede de esgoto com tratamento	0	0	0,13
Rede de esgoto ou águas pluviais	26	0,14	
Fossa séptica com sumidouro ou afastamento	7,0	0,028	
Fossa rudimentar	61,0	0,122	
Vala ou escoadouro	4,0	0,004	
Sem dispositivo de afastamento	2,0	0	

Fonte: Elaborado pelo autor.

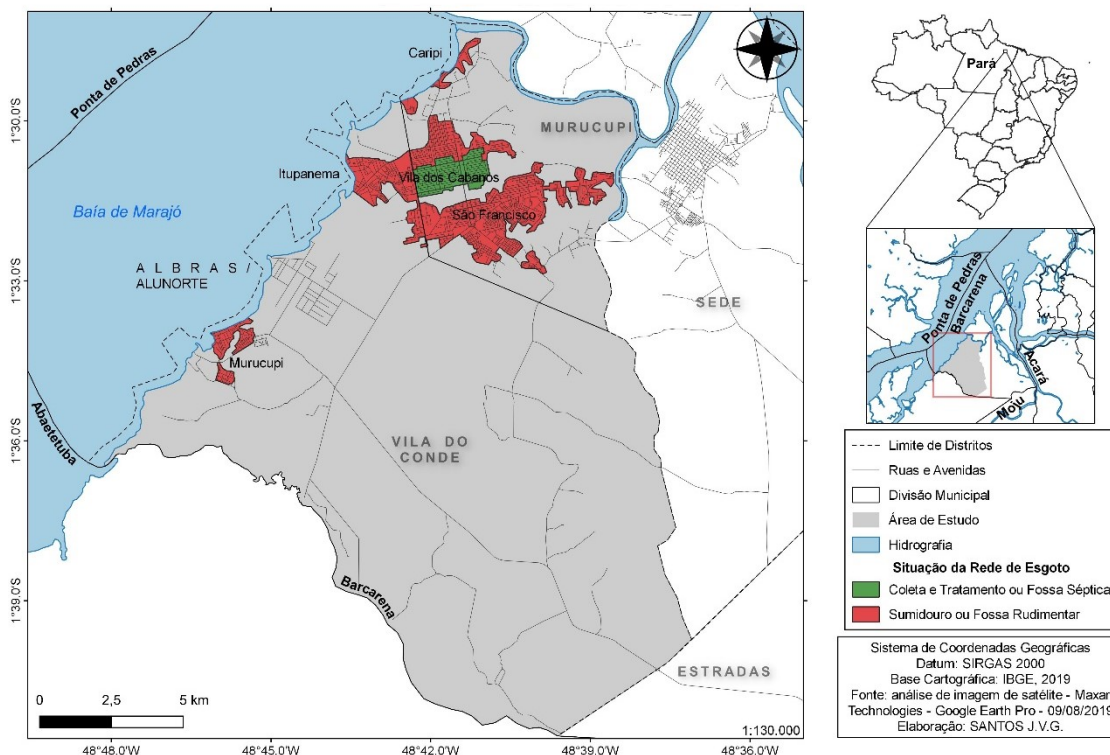
O *Ies* apresentou pontuação ínfima, 0,13 ponto, revelando um grave problema socioambiental em Barcarena, visto que o sistema de esgotamento sanitário está relacionado com a qualidade e a expectativa de vida da população, com a proteção do

meio ambiente e com o desenvolvimento urbano. E a deficiência e mesmo a ausência desse sistema de coleta de esgoto sanitário e seu tratamento em Barcarena, expõem os meios natural e construído e a própria sociedade aos efeitos danosos dos efluentes lançados no sistema de drenagem, no solo, nos corpos d'água, contribuindo para o aumento da degradação dos mananciais de água e, conseqüentemente impactando direta e indiretamente na saúde da população de Barcarena.

Portanto o problema de saneamento básico em Barcarena demonstra-se grave, pois a maior parte dos domicílios não tem acesso ao sistema geral de esgotamento, que na prática é quase inexistente, havendo a instalação de alternativas sanitárias para despejo dos efluentes domésticos; valendo-se de fossas rudimentares, valas, rios ou outro mecanismo ejetor de rejeitos domésticos. Posto não haver sistema de esgoto pluvial ou forma de afastamento pluvial dos domicílios na área de aglomeração subnormal e comunidades quilombolas nos bairros do Distrito Industrial de Barcarena, apenas a Vila dos Cabanos apresenta esgotamento sanitário não havendo forma de tratamento para o esgoto. O sistema de tratamento de esgoto para Vila dos Cabanos está em fase de implantação.

A Figura 2 ilustra as condições de saneamento da área de estudo através da espacialização da cobertura do sistema de esgotamento sanitário na área do entorno industrial de Barcarena possibilitando a visualização das condições sanitárias precárias que enfrenta a população barcarenense, evidenciando a vulnerabilidade às doenças que podem incidir nesta área urbana amazônica.

Figura 2 – Situação de acesso a cobertura de coleta e tratamento de esgoto nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde – Barcarena – Pará – 2019



Fonte: Base Cartográfica do IBGE e Pesquisa de Campo (2020).

Em 2017 dos 468 óbitos (IBGE, 2020) em Barcarena apenas 22 podem ser presumíveis as questões conexas as condições de saneamento básico, entre elas o sistema de esgoto sanitário. O que em percentuais corresponde a níveis de obituário baixos. No entanto a fragilidade do sistema de esgoto sanitário traça um prognóstico preocupante para os próximos anos, pois o acúmulo de efluentes domésticos em ambiente aberto, natural ou construído, impõe riscos à saúde da população e aos ecossistemas naturais.

A Organização Mundial de Saúde (OMS, 2016) lista os principais riscos à saúde humana associados a precariedade no sistema de esgotamento sanitário, sendo um indicador importante para a avaliação de patógenos em resíduos contaminados com matéria fecal, bem como para a eficiência das medidas de controle e do tratamento, é a não manifestação de *Escherichia coli*. Outro dado relevante é a ocorrência de trematódes e esquistossomose, uma vez que a transmissão desses agentes de doenças pode ser através de peixes, plantas aquáticas ou exposição a água contaminada. Os ambientes de rejeitos de drenagem superficial (valas) ou outros locais inadequados de acúmulos de efluentes domésticos podem servir de locais para a reprodução de insetos vetores o que aumenta o risco de transmissão de doenças por esses vetores (OMS, 2016).

2.3.3 Limpeza pública urbana (*Ilpu*)

A limpeza pública no Bairro Industrial é considerada eficiente, definindo-se por parte da empresa coletora três dias na semana para a coleta de resíduos sólidos em cada área. Em todas as comunidades visitadas os informantes afirmaram que estão satisfeitos com a coleta de resíduo sólido no bairro.

Não foram constatados acúmulos de resíduo sólido nas ruas. E em relação aos entulhos a prefeitura disponibiliza a coleta uma vez por mês. E nas comunidades quilombolas indígenas em meio urbano detectaram-se duas formas de coleta: a) coleta três vezes na semana (similar aos bairros da área urbana) e, b) uma vez na semana os moradores colocam em locais estratégicos para que o carro coletor recolha o lixo.

Do lixo coletado 91% é por serviço de limpeza, 7% coletado por caçamba de serviço de limpeza e 2% queimado na propriedade (INFOSANBAS/IBGE, 2020). Para assegurar a veracidade da informação foram realizadas visitas periódicas de campo com base na observação participante e no método aleatório simples que considera como verdade a constatação contínua do mesmo fato em uma determinada área de sua incidência. Obteve-se o produto *Ilpu* 0,98 ponto.

O Bairro Industrial que engloba os distritos do Murucupi e Vila do Conde não dispõe de aterro sanitário como determina a Lei no 12.305/2010; o depósito de lixo (lixão) localiza-se no bairro Bom Futuro, a céu aberto sem qualquer controle sanitário, havendo a utilização de maquinário para revolver e “organizar” em montanhas de resíduos o material que chega nos caminhões coletores. Há um grande número de pessoas que se aglomeram junto aos caminhões para retirarem o material que pode ser aproveitado para a reciclagem, o que expõe esses grupos de indivíduos aos riscos à sua saúde.

Nos lixões os resíduos são depositados sobre o terreno, sem nenhum preparo do mesmo, e também sem nenhum tratamento dos efluentes líquidos derivados da decomposição do lixo, como o chorume, que percola o solo, contaminando o lençol freático. E mais, os lixões deixam um aspecto social negativo, visto que são fonte de renda e alimento para uma parcela da população abaixo da linha da pobreza que busca nele alimento e materiais recicláveis. Essa população é a que está mais sujeita aos efeitos nocivos dos vetores de doenças e das substâncias tóxicas presentes no lixão (BRASIL, 2011).

2.3.4 Pavimentação das ruas (*Ipav*)

As vias urbanas são classificadas como ruas, avenidas, vielas, ou caminhos e similares abertas à circulação pública, caracterizadas principalmente por possuírem imóveis edificados ao longo de sua extensão, por isso são a base da circulação e da mobilidade da vida urbana. E assim deveriam dispor de condições adequadas de infraestrutura, entre elas a pavimentação.

Em Barcarena a situação das rodovias estaduais, PA 481 e PA 483, que dão acesso ao município e ao núcleo da Vila dos Cabanos apresentam pavimentação asfáltica contínua. Contudo, a falta de manutenção e o fluxo intenso de caminhões por esses trechos, que atendem ao complexo industrial e ao Porto de Vila do Conde, deixaram essas vias em condições precárias, com buracos e faixas sem asfalto, além de outros estragos na sua feição paisagística.

Nos aglomerados subnormais que estão no entorno dos grandes empreendimentos, localizados nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, não há uma pavimentação contínua, apenas as ruas principais de cada bairro apresentam pavimentação, porém descontínua. As demais vias complementares não apresentam pavimentação. A Tabela 3 detalha a extensão das vias pavimentadas e não pavimentadas.

Tabela 3 – Extensão das vias pavimentadas e não pavimentadas

Vias	Extensão em km
Pavimentadas	224,9
Não Pavimentadas	222,7
Total	447,6

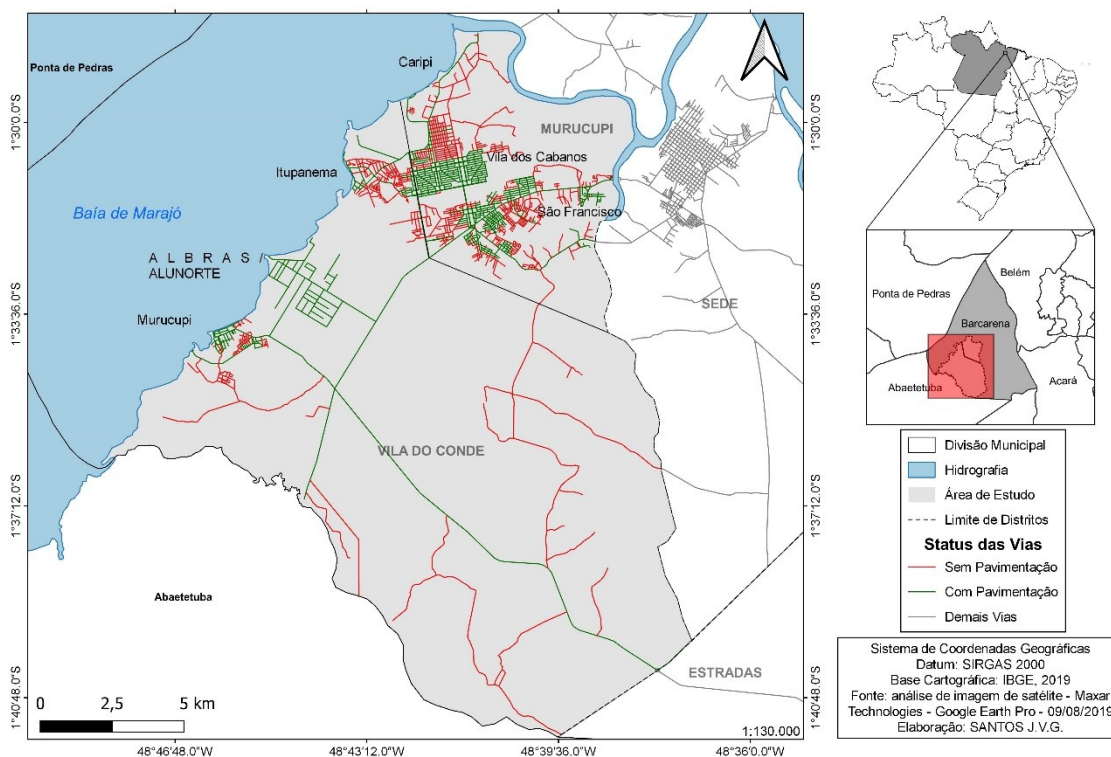
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados apresentados na Tabela 3 indicam que 50,25% das vias de tráfego são pavimentadas e por conseguinte 49,75% são vias não pavimentadas. Não sendo considerada a qualidade da pavimentação asfáltica. O IBGE (2020) aponta que 16,2% dos domicílios urbanos em Barcarena dispõem de vias com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Obteve-se o *Ipav* 0,50 ponto.

Considerando os aspectos físicos das vias não asfaltadas e a inexistência de galerias de esgotos pluviais, associados a dinâmica climática da região Amazônica que tem um longo período chuvoso, fez-se a seguinte dedução lógica: a não pavimentação asfáltica sob certas circunstâncias impede eventos mais calamitosos como alagamentos e enxurradas; o que com a pavimentação traria mais transtornos para a população, pois, o solo das vias se tornaria impermeável.

A Figura 3 ilustra a disposição das vias pavimentadas e não pavimentadas do entorno industrial da área de estudo tecendo um quadro intermediário desse indicador para a qualidade ambiental urbana.

Figura 3 – Pavimentação asfáltica das vias dos distritos do Murucupi e Vila do Conde – Barcarena – PA.



Fonte: Base Cartográfica do IBGE e Pesquisa de Campo (2020).

As artérias viárias de Barcarena conforme assinala a Figura 3 não cumprem eficientemente a função a qual são destinadas que é assegurar a circulação de pessoas, veículos, valores e mercadorias, isto é, manter a vida urbana organicamente em movimento. Especialmente porque nos períodos mais chuvosos (Dezembro a Abril) essas vias não pavimentadas estão mais sujeitas aos efeitos das intempéries provocadas pela precipitação como infere a Tabela 4.

Tabela 4 – Precipitação acumulada mensal registrada entre os anos de 2015 a 2019 na cidade de Barcarena-PA

Ano	Precipitação (mm)	Meses											
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2015		315,9	243,7	394,2	413,8	298,2	159,4	150,8	85,2	75,5	37,8	39,0	95,5
2016		281,7	342,3	413,7	301,5	266,5	104,3	146,0	102,2	90,9	80,4	55,0	308,8
2017		544,8	399,1	447,8	387,2	257,6	157,7	78,6	149,1	89,3	148,0	30,5	225,0
2018		275,7	406,7	408,1	350,5	386,6	104,1	127,8	186,5	129,7	76,7	194,6	406,8
2019		352,0	396,4	461,5	453,2	391,6	213,2	159,7	160,5	184,2	205,5	126,4	326,2

Fonte: Organizador pelo autor através de (CHIRPS, 2020).

A Tabela 4 apresenta a precipitação acumulada entre os anos 2015 a 2019 na cidade de Barcarena, sendo que esta amostragem tem como finalidade explicar a relação

ambiental entre os impactos negativos da precipitação no sistema viário dos Distritos do Murucupi e Vila dos Cabanos, especificamente nos períodos mais chuvosos, Dezembro a Maio, como descreve a Tabela 5. Visto que entre os múltiplos danos socioambientais provocados pela precipitação intensa na Amazônia, em específico nesta faixa urbana, pela ausência de pavimentação asfáltica, tem-se a ocorrência de lamaçais e crateras ao longo das vias, revelando uma paisagem urbana degradada e pouco eficiente em atender as necessidades de mobilidade urbana, além de provocar transtornos cotidianos aos moradores destes núcleos distritais de Barcarena.

Tabela 5 – Impactos socioambientais da precipitação sobre as vias não pavimentadas dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, Barcarena-Pará

Ano	Meses	Precipitação (mm)	Riscos e Impactos socioambientais*
2015	Dezembro a Maio	1761,3	Formação de buracos ou crateras
2016		1914,6	Lamaçal ao longo das vias
2017		2261,5	Redução da velocidade dos veículos
2018		2.234,4	Danos ao meio de transporte
			Estresse na população
2019	2.380,9	Riscos de acidentes de trânsito	
		Degradação da paisagem urbana	

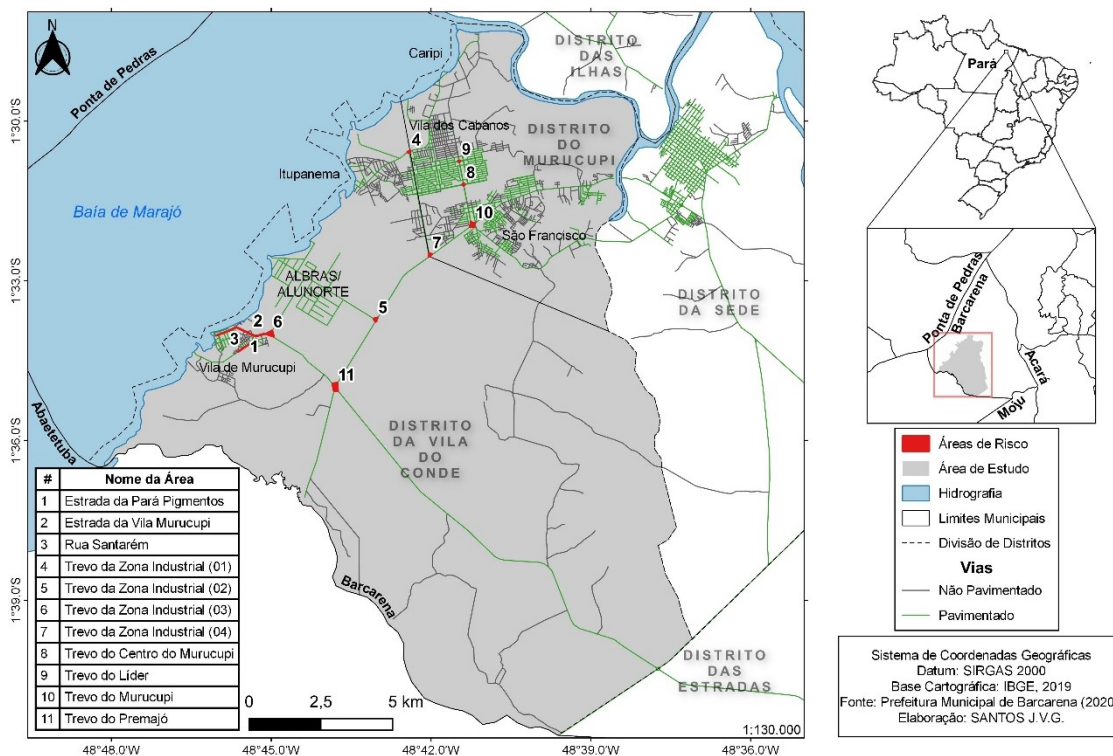
Fonte: Elaborado pelo autor.

*Esses riscos e impactos socioambientais se manifestam de maneira cíclica e simultaneamente ao longo do período indicado (2015 – 2019).

A condição ambiental adequada das vias de acesso permite circular pessoas, bens e serviços urbanos de modo a manter e desenvolver a cidade, constituindo-se em um fator fundamental para a vida na urbe. Contudo as condições inadequadas do *Ipav* 0,50 ponto, dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde impõem restrições físicas e riscos socioambientais diversos que potencialmente ameaçam ao bem estar, a saúde e a qualidade de vida da população conforme aponta a Tabela 5, que limitam o seu uso e agravam as desigualdades socioambientais neste meio intranurbano, estabelecendo uma mobilidade urbana deficitária que impede o direito à cidade socioambientalmente desenvolvida.

A Figura 4 destaca as principais áreas de riscos de acidentes ou outros eventos sinistros nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde enquanto reflexo da má qualidade das vias de tráfego em Barcarena, e que potencial e realmente se somam para o decréscimo significativo da qualidade ambiental urbana de Barcarena, e por conseguinte, se consolidam em tecer um espaço urbano segregador dos direitos socioambientais dos seus cidadãos.

Figura 4 – Mapa de riscos nas vias pavimentadas e não pavimentadas dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde – Barcarena-PA (2020).



Fonte: Elaborado pelo autor através da Prefeitura Municipal de Barcarena (2020).

2.4.5 Cobertura Vegetal (*Icv*)

A Tabela 6 expressa a classe e as áreas do uso do solo dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, Barcarena, no ano de 2020 possibilitando a quantificação da cobertura vegetal para se extrair o *Icv* da área de estudo. E a qualidade da classificação do uso do solo pelo índice Kappa apresentou nível excelente (0,89) atestando a confiabilidade do indicador de cobertura vegetal.

Tabela 6- As áreas das classes de uso do solo dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, Barcarena, PA – 2020.

CLASSES	Área (km ²)
Vegetação densa	201,8
Vegetação secundária	244,2
Vegetação rasteira	124,9
Mineração	2,6
Área estruturada	59,9
Massas d'águas	327,9
Nuvens	2,9
Sombra de nuvens	0,8
Área total	965

Fonte: Elaborado pelo autor.

O produto do *Icv* 0,46 ponto explicita um indicador de cobertura vegetal ainda tolerável, e corresponde à amenização do microclima desta faixa territorial urbana, além

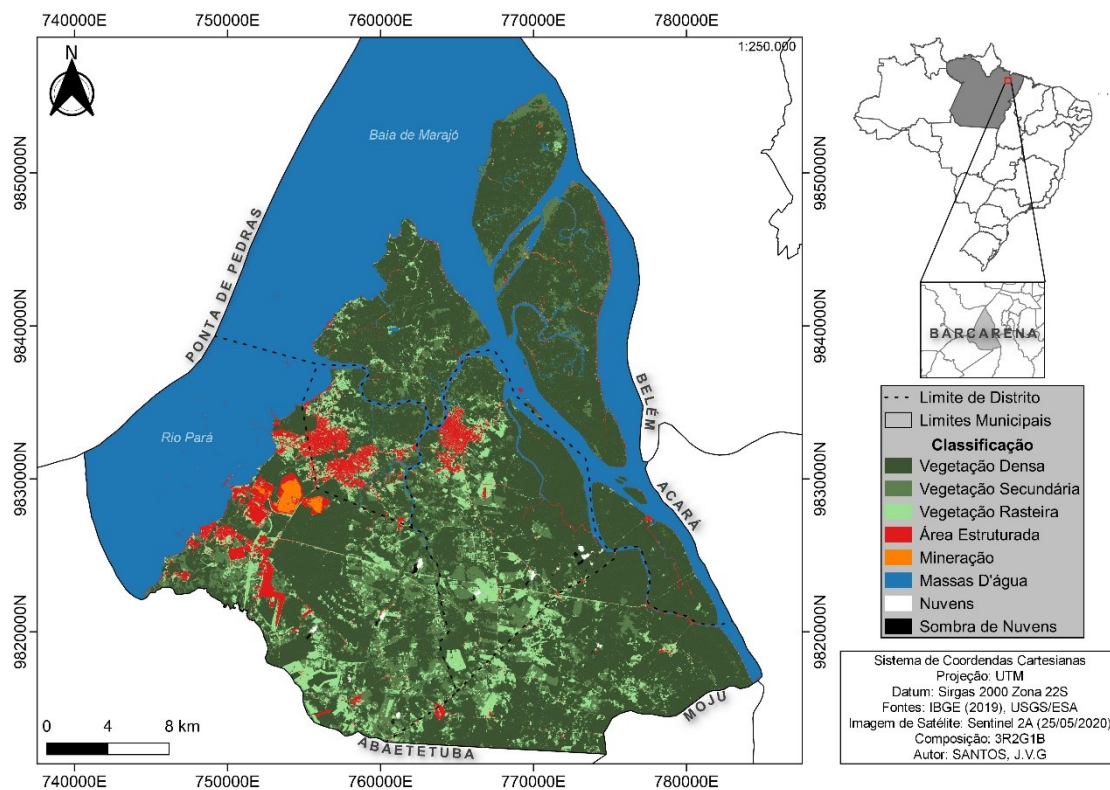
de se ter à ornamentação urbana, a defesa e a recuperação do meio ambiente em face da degradação de agentes poluidores. Especificamente porque esta unidade espacial intraurbana localiza-se na zona equatorial, que faz parte do clima quente equatorial úmido na classificação de Köppen, do tipo Am, e a temperatura média anual é de 27° C, o que indica gradientes de temperaturas elevadas o ano todo.

A análise da Tabela 6 retrata uma cobertura vegetal (vegetação densa e vegetação secundária) com 446 km² em 2020, o que corresponde 46,21% de área verde, evidenciando-se ainda uma significativa cobertura arbórea, nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, o que permite nesse meio urbano, mesmo estando localizado na zona equatorial, dispor sob certas condições intraurbanas de gradientes de equilíbrio térmico, volatilização das massas de ar, amenização da sensação térmica de calor extremo, filtração dos gradientes de dióxido de carbono melhorando a qualidade do ar (AMATO-LOURENÇO et al., 2016), o que em particular esta variável ambiental possibilita uma melhor qualidade de vida da população residente nesses distritos de Barcarena.

A cobertura vegetal é a chave da interação de equilíbrio superfície terrestre-atmosfera especialmente no ambiente urbano, visto possuir infinitas funções no espaço urbano e seus arredores não urbanos, pois é responsável pela amenização do microclima das cidades, servindo de delimitador de espaços, absorvendo os ruídos, purificando o ar com a absorção das partículas tóxicas e de poeiras, diminuindo o albedo dos objetos, ou seja, a reflectância da energia solar, promovendo um ambiente adequado à moradia e ao bem estar da população urbana (BORGES et al., 2010; AMATO-LOURENÇO et al., 2016).

A Figura 5 expressa um avanço da mancha de ocupação antrópica e a redução gradativa da cobertura verde densa, que está em alguns casos em áreas públicas municipais; territórios quilombolas indígenas; áreas privadas e coberturas verdes secundárias (capoeira dispersa, quintais domiciliares e arborização das ruas). A mancha arbórea não compõe os corredores viários que são incipientes de arborização, que apresenta 7,8% do espaço intraurbano dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde (IBGE, 2020).

Figura 5 – Mapa de análise do uso e ocupação do solo dos Distritos de Vila do Conde e Murucupi – PA (2020).

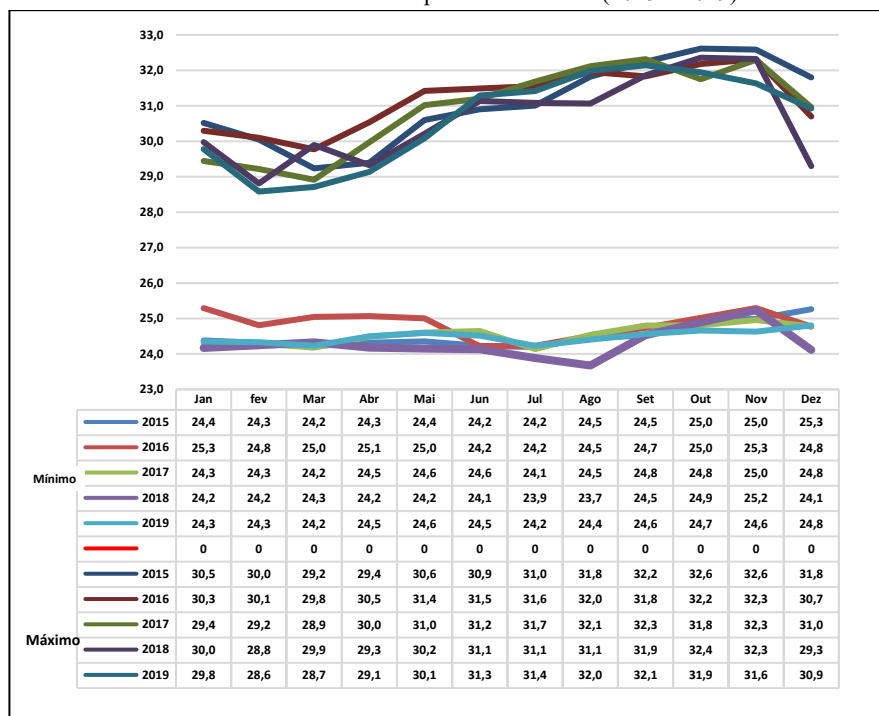


Fonte: Base Cartográfica do IBGE e Pesquisa de Campo (2020).

A Figura 5 permite argumentar que em Barcarena ainda existe uma reserva significativa de cobertura vegetal, que corresponde a área de vegetação primária e secundária. E este fator ecológico mantém e sustenta a vida dos habitantes da urbe e a outros ecossistemas vizinhos dessa faixa urbana amazônica, uma vez que as baixas latitudes equatoriais recebem uma grande quantidade de insolação o ano todo. Caso ocorra a diminuição da cobertura vegetal o processo de evapotranspiração diminui consideravelmente, elevando a temperatura da cidade (NÓBREGA, 2014).

A Figura 6 apresenta uma série temporal das temperaturas mínimas e máximas em Barcarena no período de 2015 a 2019. Referenciamos a média máxima anual em 2015 30,9 °C, em 2016 31,2 °C, em 2017 30,9 °C; em 2018 30,6°C, e em 2019 30,6 °C. Identificamos que as temperaturas atingidas ao longo do período selecionado demonstram que a população de Barcarena enfrenta um estresse térmico contínuo que impacta na sua qualidade de vida, pois temperaturas elevadas provocam inúmeras sensações no indivíduo como cansaço moderado e/ou cansaço extremo, perda de líquido, queimaduras cutâneas, sensação de desconforto térmico, estresse térmico (FEITOSA, 2019).

Figura 6. Variabilidade mensal média Médias de temperaturas mensais (2015 – 2019)



Fonte: Produzido pelo autor através de (CHIRPS, 2020).

Entre as doenças suscetíveis ao clima constam as cardiovasculares, respiratórias agudas e crônicas, diarreicas agudas, mentais, transmitidas por vetores, má nutrição, lesões na pele (OPAS, 2014). Por isso ao se analisar a Figura 6, conclui-se que a população devido às temperaturas elevadas associadas a fragilidade dos corredores verdes urbanos (arborização) fica à mercê de possíveis adoecimentos causados pelas condições restritivas socioambientais de uma cobertura arbórea nas vias públicas no percentual de 7,8%, que expõe os pedestres as condições de insolação direta, não havendo abrigos arbóreos para amenizar os rigores da radiação solar, impondo uma sensação térmica de calor moderado a extremo neste recorte urbano, especificamente em períodos de calor mais intensos (BARCELLOS et al., 2009).

Frisa-se que ainda não existe um plano municipal de arborização para Barcarena, e nas áreas e nos corredores urbanos (ruas, passagens, praças, áreas livres) visitados a arborização detectada mostrou-se de forma incipiente, sendo promovida pelos moradores dos Bairros. Apenas a Vila dos Cabanos (Distrito do Murucupi) apresenta uma arborização planejada fruto da herança do período áureo em que estava na condição de *Company Town* do Projeto Albrás-Alunorte (1980-1990) (TEIXEIRA, 2008).

2.4 Discussão

Realizada a consolidação e descrição do produto de cada indicador, faz-se a discussão do Índice da qualidade ambiental dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde

(áreas do entorno urbano dos Grandes Empreendimentos em Barcarena). A Tabela 7 organiza os indicadores que definem quantitativamente o índice de qualidade ambiental urbana deste entorno urbano-industrial.

Tabela 7 - Indicadores parciais e o Índice de qualidade ambiental dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde – Barcarena-PA.

Índice de Qualidade Ambiental Urbana					
Indicadores	Índices	Peso dos Indicadores	Produtos	Produto Final	Nível do IQAU
<i>Iabs</i>	0,24	15	3,6	44,8	Ruim
<i>Ies</i>	0,13	35	4,8		
<i>Iipu</i>	0,98	20	19,6		
<i>Ipav</i>	0,50	15	7,5		
<i>Icv</i>	0,62	15	9,3		

Fonte: Elaborado pelo autor.

O índice de qualidade ambiental dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde evidencia um cenário socioambiental adverso, pois o nível da qualidade ambiental a partir da agregação dos indicadores mostra-se ruim (44,8 pontos). E isso é o reflexo das condições socioambientais insalubres das áreas intraurbanas e a precária qualidade dos seus equipamentos urbanos, com riscos à qualidade de vida, e por conseguinte, a saúde das populações residentes nos recortes territoriais desta cidade amazônica.

O *Iabs* 3,6 pontos reflete falha grave na gestão pública, demonstrando as limitações administrativas das esferas públicas que se refletem em uma sociedade que fica a margem das condições de saneamento básico ideais. Revelando um quadro de segregação e marginalização da população que reside no entorno dos grandes empreendimentos em Barcarena. E isto fere o seu direito ao acesso aos serviços de saneamento básico enquanto condição indispensável à dignidade da pessoa humana e, particularmente, à sua sobrevivência. E ao se limitar este acesso a níveis abaixo de 50% dos domicílios, traça-se uma perspectiva a médio e longo prazos que tendência a puxar para baixo a curva da qualidade de vida dessas populações, pois as populações sem água encanada estão sujeitas a um tipo de água que não passou por nenhuma forma de verificação de sua potabilidade, colocando-as sob frequentes riscos de ingestão de água contaminada.

O produto do *Ies* mostra-se muito baixo, 4,8 pontos, estimando-se que a população está sujeita ao comprometimento da sua saúde, como doenças de veiculação epidemiológica; o que representa ameaça direta a qualidade e expectativa de vida, e a proteção do meio ambiente e ao desenvolvimento urbano de Barcarena. A ausência ou ineficiência do esgotamento sanitário é um dos fatores de degradação da qualidade da água e da poluição resultante do lançamento dos esgotos sanitários coletados em corpos

d'água, havendo a necessidade da destinação e do tratamento desses efluentes na sua maioria domésticos, de modo a minimizar a carga poluidora antes de sua disposição final, o que não ocorre nessa faixa urbana, posto o sistema de esgotamento sanitário mostrar-se incipiente.

O *Iipu* mostrou excelente desempenho, pois atingiu pontuação próxima ao nível máximo, 19,6 pontos. A condição satisfatória desse indicador, elevou o IQAU, e na prática inibe a possibilidade de proliferação de insetos, animais e microrganismos veiculadores de doenças, posto que a ausência e ou deficiência na coleta de lixo, associada ao manuseio e à disposição inadequados dos resíduos sólidos, é importante fator de risco para a saúde humana.

O *Ipav* totalizou 7,5 pontos e seus impactos comprometem a circulação de pessoas e mercadorias, essenciais à manutenção da vida urbana. Bem como podem comprometer a instalação de calçadas, arborização e a instalação de outros equipamentos urbanos. Sem um corredor viário adequado o desenvolvimento socioambiental urbano dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde fica comprometido.

O *Icv* pontuou 9,3 pontos correspondendo a uma condição socioambiental, neste quesito ainda satisfatória, estando consagrado que as áreas verdes urbanas executam reconhecidos serviços ecológicos: protegem os recursos hídricos, mitigam os impactos de eventos climáticos extremos, a redução de uma série de doenças (cardíacas, pulmonares, psicológicas e relacionadas à poluição e degradação ambiental), estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas; obstáculos contravento; equilíbrio de umidade e temperatura; proteção de nascentes, de mananciais e da qualidade da água; abrigo de fauna; valorização visual e ornamental do ambiente; segurança das calçadas como acompanhamento viário; recreação; consumo de vegetais e frutas frescas, não havendo limites para os seus benefícios nos espaços intraurbanos (MMA, 2020). Portanto a cobertura vegetal nas cidades desempenha papel-chave no equilíbrio ambiental urbano e sua manutenção corresponde as diretrizes de políticas públicas que objetivam o desenvolvimento sustentável das cidades.

O IQAU com valor 44,8 pontos expressa as condições socioambientais dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde que evidenciam um nível ruim, ou seja, a extensão espacial urbana de Barcarena compromete a saúde, a qualidade de vida e marginaliza, principalmente, socioambientalmente as minorias sociais urbanas que estão sujeitas aos mais variados riscos socioambientais: a) doenças infecciosas de veiculação hídrica; b) riscos à saúde humana provocada pela ausência de esgoto sanitário; c) riscos à saúde

provocados pelo acúmulo inadequado de resíduos sólidos de componentes industriais potencialmente perigosos; d) impactos socioambientais da precipitação sobre as vias não pavimentadas; e) eventos extremos climáticos na área urbana. Corrobora com esta análise a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 2014) esclarecendo que a vulnerabilidade de ambientes, especificamente urbanos, gera toda sorte de problemas socioambientais: estresse térmico, eventos meteorológicos extremos, contaminação do ar, doenças infecciosas transmitidas pela água, pelos alimentos e por vetores, desnutrição, doenças infecciosas transmitidas por vetores, exposição à luz ultravioleta (radiação ultravioleta).

Nesta linha na Tabela 8 são elencados morbidades e óbitos com causas prováveis relacionadas as condições da fragilidade da qualidade ambiental urbana de Barcarena. Visto que o IQAU com nível ruim expresso nos seus territórios intraurbanos impõe níveis perigosos de vulnerabilidade à saúde da população. Assim, pode-se presumir com razoabilidade que certas morbidades e óbitos ocorridos em Barcarena podem estar associados aos eventos de ordem socioambiental adversa, sendo eles os distúrbios climáticos, a precariedade no saneamento, a inadequação na disposição dos resíduos sólidos em ambientes impróprios, dentre outros, que são causadores das doenças infecciosas e parasitárias, as doenças do aparelho respiratório, as doenças do aparelho digestivo, as doenças da pele e do tecido subcutâneo e as causas externas de morbidade e mortalidade.

Tabela 8 – Número de óbitos que podem ser associados as causas socioambientais e as condições climáticas, por sexo – ano 2017.

Morbidade	Nº de Óbitos por Sexo		Total de Óbitos
	M	F	
Algumas doenças infecciosas e parasitárias	16	6	22
Doenças do aparelho circulatório	50	46	96
Doenças do aparelho respiratório	26	30	56
Doenças do aparelho digestivo	19	8	27
Doenças da pele e do tecido subcutâneo	–	1	1

Fonte: Organizado pelo autor através do (IBGE, 2020).

Portanto a qualidade ambiental urbana dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde expressa pelos indicadores de limpeza pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água, pavimentação das vias e cobertura vegetal configuram um ambiente intraurbano socioambientalmente deficitário e precário que compromete a qualidade de vida e a saúde da população de Barcarena, em particular as populações vulneráveis socioeconomicamente, pois residem em locais que apresentam riscos às condições

sanitárias, ausência de acesso a água potável, baixos ou inexistentes corredores e faixas arborizadas, vias de tráfego sem pavimentação e deterioradas pela precipitação extrema, destinação inadequada de lixo e dejetos.

A expressão da qualidade ambiental dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena através da cor em laranja tem significado qualitativo de demonstrar que o valor atingido do IQAU 44,8 pontos está próximo ao nível vermelho, o que reflete a realidade intraurbana de instabilidade e vulnerabilidade socioambientais, estabelecendo uma ordem socioambiental urbana fragilizada pela insuficiência e precariedade dos equipamentos urbanos de saneamento, fornecimento de água potável, arborização, coleta de resíduos sólidos e sua destinação tecnicamente adequadas, vias devidamente pavimentadas e sinalizadas. E esta ordem socioambiental constitui-se em risco a qualidade de vida e a saúde da população habitante dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena.

E mais, esta unidade intraurbana por estar localizada na borda da planta industrial mínero-metalúrgica e a sua malha produtiva agressiva está sujeita a inúmeros desastres ambientais que impõem impactos e contaminações das mais variadas extensões e repercussões socioambientais, que causam danos irreparáveis ao meio construído de Barcarena, as suas populações e aos ecossistemas naturais circunvizinhos com sua biodiversidade.

Pois ao longo dos últimos vinte e cinco anos a população de Barcarena, em específico as populações residentes dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, têm enfrentado sucessivos desastres ambientais, listados a seguir: a) Naufrágio da balsa Miss Rondônia no Porto de Vila do Conde, houve o derramamento de aproximadamente dois milhões de litros de óleo BPF no rio Pará (2000) ; b) Derramamento, no rio Pará, Porto de Vila do Conde, de cerca de 100 Kg (cem quilos) de coque (pó preto derivado do petróleo, também conhecido como carvão mineral) (2002); c) Vazamento de grande proporção de lama vermelha de bacias de rejeitos da ALUNORTE no Rio Murucupi (2003); d) Chuva de fuligem em praias, rios, residências e estabelecimentos comerciais foram cobertos de material particulado com coloração preta, não tendo havido definição sobre a identificação da empresa responsável pela ocorrência, sendo que a fuligem, que chegou a atingir 5 cm de espessura, gerou reação alérgica e complicações respiratórias em grande quantidade de pessoas em Vila do Conde (2003); e) Novo vazamento de material proveniente de bacias de rejeito na IMERYYS e contaminação dos cursos d'água (2006); f) Novo acidente ambiental envolvendo rejeito da empresa IMERYYS de

proporção ainda maior, atingindo o rio Pará; g) Vazamento de óleo das instalações da Petrobrás na Vila do Conde (2008); h) Naufrágio do rebocador Jeany Glalon XXXII no Furo do Arrozal, com vazamento de aproximadamente 30.000 (trinta mil) litros de óleo e uma mancha de aproximadamente 17 Km de extensão (2008); i) Mais um episódio de vazamento de lama vermelha das bacias de rejeito da Alunorte no Distrito Industrial de Barcarena, talvez o acidente ambiental mais grave da história do Distrito Industrial de Barcarena, atingiu várias pessoas e comunidades do Município (2009); j) Nuvem de fuligem Encobriu todo o Bairro Industrial do Município de Barcarena (2010); k) Rompimento de duto com efluentes ácidos da IMERYS nos Igarapés Curuperê e Dendê (2011). Vazamento de material das bacias de rejeito da Imerys (2012). Vazamento de rejeito da IMERYS que levou a Ação cautelar ajuizada pelo MPF e MPPA na Justiça Federal de Belém – Assinatura de TAC (2014); l) Naufrágio de embarcação com centenas de bois vivos com graves impactos ambientais sobre toda a região, sendo a questão objeto de ação civil pública em andamento na Justiça Federal de Belém (2015) (Ministério Público do Estado do Pará / Ministério Público Federal, 2016).

Esses desastres ambientais produziram uma cena caótica socioambiental urbana depreciando ainda mais a qualidade ambiental urbana dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, que apresenta nível ruim, posto acrescentar riscos mais graves a qualidade de vida e a saúde dos habitantes dessas unidades territoriais intraurbanas, pois estão sujeitos a contaminações que podem causar comorbidades e em si óbitos iminentes. E mais dramático ainda, esses desastres deixam os ambientes urbano e natural de Barcarena com risco permanente, pois os rejeitos contaminantes continuam ativos por longo período e ameaçam a qualidade de vida da população e a biodiversidade locais.

2.5 Conclusões

Barcarena enquanto ambiente urbano amazônico nas últimas décadas tem sido destino de uma parcela significativa de empreendimentos industriais e outras atividades consorciadas que a colocam diante permanentemente de uma encruzilhada que aponta simultaneamente para o desenvolvimento e para as mazelas dos impactos sociais e ambientais. Pois sua matriz produtiva está integrada ao eixo do comércio internacional, e este elo se impõe extremamente rígido firmando um horizonte que é reflexo da lógica de produção e exploração do capital internacional.

Os impactos socioambientais emergem como substrato negativo dessa dinâmica ambivalente que se materializa nos espaços urbanos amazônicos através da perda da cobertura vegetal, poluição dos rios por rejeitos minerais e resíduos sólidos urbanos,

empobrecimento e contaminação dos solos, além de um variado leque de impactos sociais adversos como marginalização social das camadas mais pobres, moradias insalubres, sistema de transporte precário, dificuldades de acesso ao sistema de esgoto e água potável que no seu conjunto negam as populações urbanas amazônicas o direito a um ambiente urbano sustentável.

Este estudo buscou levantar, descrever e analisar determinadas variáveis que expressam individual ou integradamente a qualidade ambiental urbana através de indicadores que são capazes de traduzir as condições socioambientais que esses espaços apresentam. No caso em evidência analisamos a qualidade ambiental dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena, Pará, chegando à conclusão que este ambiente urbano amazônico apresenta uma qualidade ambiental considerada frágil ou ruim, isto é, as variáveis socioambientais interpretadas e analisadas através de indicadores mostraram-se deficientes, incompletas ou mesmo inexistentes.

Importa destacar que a qualidade ambiental do espaço quando se apresenta ruim e os consequentes efeitos danosos à saúde ou a qualidade de vida da população são múltiplos. Podendo ser o surgimento de patologias ligadas a má qualidade da água, aos efeitos descontrolados da insolação provocados pela cobertura vegetal reduzida, a inexistência e mesmo deficiência no sistema de esgotamento sanitário, doenças psíquicas associadas a precariedade do meio físico, sentimento de infelicidade ou frustração por se habitar um recorte urbano insalubre e que não atende as necessidades dos seus moradores, ferindo seu status de cidadãos com direito ao meio ambiente sustentável, levando a um sentimento de abandono pelo poder público que parece não se importar com as necessidades e direitos da população da urbe de Barcarena.

Portanto os indicadores ambientais foram mobilizados para traduzir essa realidade socioambiental que se circunscreve nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena, Pará, e mostraram-se, enquanto instrumento metodológico, capazes de descrever e analisar as variáveis socioambientais que indicaram as condições do esgotamento sanitário, pavimentação das vias, arborização, serviço de água e coleta de resíduos sólidos e ao serem agregados dimensionaram a qualidade ambiental desses dois estratos urbanos integradamente.

Esperamos que este trabalho venha a contribuir para a leitura e interpretação da realidade socioambiental dos espaços urbanos amazônicos, a partir da realidade socioambiental dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, em Barcarena, e suas inúmeras instabilidades e conflitos socioambientais que afligem parcela considerável dos

habitantes desta cidade Amazônica, parte deles descritos e analisados neste trabalho. E aponte uma perspectiva possível em se traçar políticas públicas de assistência e reparação dos ambientes natural e construído, bem como políticas de assistência às populações, em especial as que se encontram em situação de vulnerabilidade ambiental e social. Além de se buscar recuperar e preservar os ecossistemas afetados pelos desastres e impactos ambientais. Estabelecendo-se de forma sólida um horizonte promissor que nos dê o vislumbre de se estabelecer não apenas uma cidade sustentável, mas sim, cidades sustentáveis socioambientalmente em solo amazônico.

Referências

AMATO-LOURENÇO, Luís Fernando; MOREIRA, Tiana Carla Lopes; ARANTES, Bruna Lara de; SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira da; MAUAD, Thais. Metrôpoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Metrópole e Saúde, Estud. Av.**, v.30, n. 86, jan-apr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100008>. Acesso em: 04 nov 2019.

BARCARENA. **Plano de saneamento básico municipal**. Serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Barcarena, 2013.

BARCELLOS, Christovam; MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira; CORVALÁN, Carlos; GURGEL, Helen C.; CARVALHO, Marília Sá; ARTAXO, Paulo; HACON, Sandra; RAGONI, Virginia. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília,DF, v.18, n.3, p.285-304, jul-set. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742009000300011>. Acesso em: 05 dez 2019.

BORGES, C. F.; MARIM, G. C.; RODRIGUES, José Edílson Cardoso. Análise da cobertura vegetal como indicador de qualidade ambiental em áreas urbanas: um estudo de caso do bairro da Pedreira – Belém/PA. *In*: SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2., 2010, Coimbra. **Anais[...]**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010. p. 01-13. Disponível em: <https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/cezar>. Acesso em: 21 abr 2021.

BRASIL. **Atlas de saneamento 2011**. Manejo de resíduos sólidos. Brasília,DF: IBGE, 2011. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_capa_sum.pdf. Acesso em: 20 nov 2020.

BRASIL. **Cidades - Barcarena**. Brasília,DF: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/barcarena.html>. Acesso em: 07 jan 2020.

BRASIL. **Doenças infecciosas e parasitárias**: guia de bolso. Brasília,DF: MS, 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: DOU, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm. Acesso em: 13 nov 2019.

BRASIL. **Morbidade e óbitos - Barcarena**. IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/barcarena/pesquisa/17/15752>. Acesso em: 05 jan 2021.

BRASIL. **Portal de mapas: cartas e mapas**. IBGE, 2019. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#mapa222602>. Acesso em: 05 jan 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema nacional de vigilância em saúde: **relatório de situação**: Pará/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. 5. ed. Brasília,DF: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sistema_nacional_vigilancia_saude_pa_5ed.pdf. Acesso em: 05 jan 2021.

BRASIL. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília,DF: MS, 2006. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf. Acesso em: 08 abr 2016.

CARMO, Eunápio Dutra do. Desastres e tensões em Barcarena à luz de disputas territoriais. In: CASTRO, Edna Maria Ramos de (org.). **Territórios em transformação na Amazônia** - saberes, rupturas e resistências. Belém: NAEA, 2017. 408 p. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/10L00143.pdf>. Acesso em: 18 mar 2020.

CHIRPS: Estimativas de precipitação a partir de pluviômetro e observações de satélite. **Climate Hazards Center**, 2020. Disponível em: <https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/>. Acesso 15 mar 2021.

CRISTO, Amanda Mesquita; TEISSERENC, Maria José da Silva Aquino. Justiça ambiental e bem comum em questão: mineração, populações e água em Barcarena (PA). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE ANTROPOLOGIA, 31., 2018, Brasília,DF. **Anais[...]**. Brasília,DF: UnB, 2018. Disponível em: <http://www.evento.abant.org.br/rba/31RBA/T-204>. Acesso em: 18 jan 2021.

DIAS, Felipe de Almeida; GOMES, Luiz Airton; ALKMIM, Jacqueline Kayser de. Avaliação da qualidade ambiental urbana da Bacia do Ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá/MT. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.23, n. 1, p. 127-147, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132011000100011>. Acesso em: 04 nov 2016.

FEITOSA, Renato Castiglia. Uso de sistemas modulares vegetados para promoção da saúde urbana e atenuação do estresse térmico. **Saúde em Debate**, v.43, n. spe3, p.109-120, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042019s308>. Acesso em: 04 nov 2019.

FUNK, C. PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, nº. 150066, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>. Acesso em: 02 abr 2017.

Gráficos de previsão e dados. **Era5/ECMWF**, 2020. Disponível em: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5/>. Acesso em: 18 mar 2021.

KATSANOS, Dimitrios; RETALIS, Adrianos; MICHAELIDES, Silas. Validação de um banco de dados de precipitação de alta resolução (CHIRPS) em Chipre por um período de 30 anos. **Atmospheric Research**. Volume 169, Part B, 1 de março de 2016, p. 459-464. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.05.015>. Acesso em: 02 jan 2021.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 01, p. 159-174, 1977.

MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

MARIN, Rosa Elizabeth Acevedo; ACEVEDO, Ruben Bentes de Oliveira. Danos sociais e ambientais pela exploração mineral em Barcarena. *In*: MARIN, Rosa Elizabeth Acevedo; NOVAES, Jurandir Santos de (orgs.). **Povos tradicionais em colisão com estratégias empresariais no Maranhão e Pará**. Belém: UEA Edições, 2015.

MARINHO, Jamile Salim; JESUS Iracina Maura de; ASMUS, Carmen Ildes Rodrigues Fróes, LIMA, Marcelo de Oliveira; OLIVEIRA Diomar Cavalcante. Doenças infecciosas e parasitárias por veiculação hídrica e doenças respiratórias em área industrial, Norte do Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, p. 443-451. 2016. DOI: 10.1590/1414-462X201600040120. Acesso em: 02 abr 2017.

MARQUES, Fábio Marcelo Ferreira. **Estimativa da temperatura superficial e do saldo de radiação por meio do Método Sebal no entorno da fábrica de alumina da região de Barcarena utilizando imagens do satélite LANDSAT**. 2014. 75f. Dissertação (Mestrado em Energia e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014. Disponível em: https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/681/1/DISSERTACAO_FABIO%20MARCELO%20FERREIRA%20MARQUES.pdf. Acesso em: 06 maio 2019.

MARTINS, Cyntia Carvalho; NUNES, Patrícia Maria Portela. O discurso ambiental empresarial: na trilha da devastação. *In*: MARIN, Rosa Elizabeth; NOVAES, Jurandir Santos (orgs.). **Povos tradicionais em colisão com estratégias empresariais no Maranhão e Pará**. Belém: UEA edições, 2015.

MELO, Francisco de Assis Cruz; UENO, Mariko. Caracterização e modelagem de indicadores de qualidade ambiental urbana integrada e aplicação à Vila Habitacional União, bairro da Terra Firme, Belém, Pará. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 8, p. 200-220, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1372>. Acesso em: 02 abr 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE- MMA. **Programa cidades+verdes**. Brasília,DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/programa-cidades-verdes-pdf>. Acesso em: 02 mar 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL-MPF. **Resumo histórico de sua expansão urbana**. Barcarena, 2018. Disponível em: https://apublica.org/wp-content/uploads/2018/08/1.-Historico_Barcarena-PA.pdf. Acesso em: 22 jun 2019.

NÓBREGA, Ranyére Silva. Impactos do desmatamento e de mudanças climáticas nos recursos Hídricos na Amazônia Ocidental utilizando o modelo SLURP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 29, n. esp., p. 111 - 120, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-778620130024>. Acesso em: 02 jul 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE -OMS. **Planeamento da segurança do saneamento**: manual para o uso e eliminação segura de águas residuais, águas cinzentas e dejetos. Portugal, 2016. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/171753/9789248549243-por.pdf;jsessionid=25919B8A2F50FAE827E7A8494E6C83E6?sequence=5>. Acesso em: 16 jan 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE-OPAS. **Proteger a saúde de frente à mudança climática**: avaliação da vulnerabilidade e da adaptação. Brasília, DF: OPAS, 2014. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=mudancas-climaticas-711&alias=1498-proteger-a-saude-frente-a-mudanca-climatica-avaliacao-da-vulnerabilidade-e-adaptacao-8&Itemid=965. Acesso em: 03 abr 2020.

SANTOS, Selma Solange Monteiro. **Capacidade institucional, gestão ambiental descentralizada e sustentabilidade**: o caso de Barcarena (PA). 2015. 148f. Dissertação (Mestrado Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2015. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/7637/1/Dissertacao_CapacidadeInstitucionalGestao.pdf. Acesso em: 09 fev 2021.

SERVA, Maurício; JAIME JÚNIOR, Pedro. Observação participante e pesquisa em administração: uma postura antropológica. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n.1, p. 64-79. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300008>. Acesso em: 04 jun 2016.

SILVA, Christian Nunes da; REIS, João Francisco Garcia; SILVA, João Marcio Palheta da; PORTO, Jadson Luís Rebelo; LIMA, Ricardo Ângelo Pereira de. Uso do território e implicações socioterritoriais da mineração no Município de Barcarena (Pará – Brasil): População, arrecadação e segurança pública. **Revista Espacios**, v. 38, n.6. p. 24-41, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n06/a17v38n06p24.pdf>. Acesso em: 20 out 2018.

SILVA, Silvany Favacho da; HAZEU, Marcel Theodoor. O complexo industrial-portuário em Barcarena e a saúde de comunidades tradicionais na Amazônia brasileira. **O Social em Questão**, Rio de Janeiro, Ano XXII, nº 44, p. 171 – 194, 2019. Disponível em: http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_44_art7.pdf. Acesso em: 04 jun 2020.

TEIXEIRA, Romeu do Nascimento. **A história da Albrás**. Barcarena: Albrás, 2008.

URRACA, Ruben; HULD, Thomas; GRACIA-AMILLO, Ana; MARTINEZ-DE-PISON, Francisco Javier; SANZ-GARCIA, Frank Kaspar Andres. Avaliação das estimativas de irradiância horizontal global a partir de reanálises ERA5 e COSMO-REA6 usando dados terrestres e baseados em satélite. **Solar Energy**, Volume 164, abril de 201, páginas 339-354. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.02.059>. Acesso em: 07 jun 2020.

CAPÍTULO 3 DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DO DISTRITO INDUSTRIAL DE BARCARENA, PARÁ, COM ADOÇÃO DE INDICADOR DE QUALIDADE DA ÁGUA

Resumo

O desenvolvimento urbano-industrial nos ambientes amazônicos no último quarto do século XX causou novos arranjos socioespaciais ordenados por uma malha produtiva exógena materializada por grandes empreendimentos com aporte tecnoprodutivo capaz de alterar drasticamente as feições das paisagens naturais e construídas da Amazônia. Este modelo produtivo é responsável pela ocorrência de desastres e impactos ambientais que ameaçam as relações de equilíbrio nas cadeias tróficas dos ecossistemas naturais, em especial os ambientes aquáticos e seus recursos, que podem comprometer a vida das populações urbanas e as comunidades tradicionais agroflorestais amazônicas. Este trabalho visou diagnosticar a qualidade socioambiental de uma faixa intraurbana de Barcarena, Pará, Distrito Industrial, adotando como metodologia um indicador de qualidade da água integrado. Os Resultados obtidos apontam o IQAi na faixa boa, com valor 72,66, o que representa padrões de potabilidade que estão em conformidade com a legislação e por conseguinte significam segurança para a saúde da população e o atendimento ao direito de consumo de uma água que não compromete a saúde das populações dessa unidade intraurbana. Não constam os níveis de metais pesados nas amostragens obtidas dos Relatórios anuais de qualidade da água. Verificou-se que os espaços naturais e construídos localizados nos limites territoriais intraurbanos de Barcarena estão sob forte risco de contaminação e poluição, resultante das sucessivas ocorrências de desastres ambientais provocados pela atividade mineiro-metalúrgica dos grandes empreendimentos desta urbe amazônica.

Palavras-chave: indicador de qualidade da água; Distrito Industrial; recursos hídricos.

Abstract

The urban-industrial development in the Amazonian environments in the last quarter of the 20th century caused new socio-spatial arrangements ordered by an exogenous productive network materialized by large enterprises with techno-productive support capable of drastically altering the features of the natural and built landscapes from Amazon. This productive model is responsible for the occurrence of disasters and environmental impacts that threaten the equilibrium relationships in the trophic chains of natural ecosystems, especially aquatic environments and their resources, which can

compromise the lives of urban populations and traditional amazonian agroforestry communities. This work aimed to diagnose the socio environmental quality of an intra-urban strip of Barcarena, Pará, Industrial District, using as methodology an integrated water quality indicator. The Results obtained indicate the IQAi in the optimum range, with value 72.66, which represents potability standards that are in compliance with the legislation and therefore mean safety for the health of the population and compliance with the right to consume water that does not compromise the health of the populations in this intra-urban unit. The levels of heavy metals are not included in the samples obtained from the annual Water Quality Reports. It was found that the natural and built spaces located in the intra-urban territorial limits of Barcarena are under strong risk of contamination and pollution, resulting from the successive occurrences of environmental disasters caused by the mining-metallurgical activity of the large undertakings of this city.

Keywords: Water quality indicator; Industrial District; water resources.

3.1 Introdução

O desenvolvimento econômico-produtivo da Amazônia sempre esteve associado aos recursos hídricos, posto ser uma das regiões com maior disponibilidade de água doce no planeta. Os povos indígenas construíram sua cultura e a sua relação com a natureza sobre o manto das águas. Os colonizadores europeus configuraram sua territorialização exploratória com base nos cursos dos rios e firmaram o mito de uma região com recursos naturais inesgotáveis, incluindo-se neste rol as reservas hídricas amazônicas (MAUÉS, 1999). Por sua abundância e fragilidade os stocks hídricos amazônicos devem ser motivo de preocupação quanto a sua conservação e preservação, devendo ser assunto de extrema relevância nos contextos econômicos, políticos, sociais, culturais e ambientais brasileiros e internacionais (QUEIROZ, 2012).

A partir do último quartel do século XX se estabeleceram diferentes formas de apropriação socioprodutiva nos territórios amazônicos, pautadas em um modelo que conjuga o tripé capital-indústria-recurso natural, para atender a lógica produtiva do mercado internacional. Este modelo desde o início se constituiu em constante ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas terrestres e aquáticos que impactam na qualidade das águas amazônicas, e nos seus diversos reservatórios naturais, por serem utilizados como escoadouros dos mais variados tipos de resíduos e rejeitos das atividades urbano-industriais, mineradoras, garimpeiras, agropecuárias e transportes nas faixas territoriais amazônicas (SILVA; AMIN; NUNES, 2015).

Os impactos sociais e ambientais provocados por esta lógica devastadora de uso dos recursos hídricos sem a devida responsabilidade socioambiental ameaça à integridade ecológica dos ambientes aquáticos e impõe severa depreciação a qualidade das águas amazônicas, que passam a apresentar elevados níveis de poluição e ou contaminação, em nítido risco a qualidade de vida e a saúde das populações amazônicas (ANDRADE; MAINBURG, 2012).

O Estado como agente social deve estabelecer como meta desenvolvimentista para a Amazônia avaliar continuamente a qualidade da água consumida pela população, sejam nos espaços urbanos ou espaços das comunidades agroflorestais, especialmente nas áreas circunvizinhas onde se desenvolvem atividades produtivas que trazem riscos de contaminação ou poluição aos ecossistemas e suas comunidades de fauna e flora; além dos riscos à saúde da população (BRASIL, 1997; BRASIL, 2014).

Na Amazônia as populações ribeirinhas e as populações intraurbanas que residem em aglomerados subnormais são as que mais sofrem com a desarticulação no abastecimento de água potável, pois ficam à mercê de uma série de inconvenientes socioambientais, tais como: rede de abastecimento de água incompleta, oscilações no fornecimento de água por parte das distribuidoras, questionamentos na qualidade da água distribuída para a população, cobranças elevadas no valor por m³ da água tratada, precariedade na rede de distribuição, riscos de poluição e contaminação dos mananciais que reservam a água para tratamento e distribuição. Tornando a água em territórios amazônicos um recurso natural de exclusão socioambiental e não um recurso de direito universal essencial à vida humana (ZORZI; TURATTI; MAZZARINO, 2016).

A região Amazônica considerada o berço das águas plúvio-hidrográficas remete a certa despreocupação tanto com o fornecimento quanto com a qualidade das águas dos seus reservatórios naturais, visto que o sistema de ciclagem da água nesta região é extremamente eficiente (BRASIL, 2005). No entanto as atividades econômicas que exploram os recursos hídricos em ambientes amazônicos não tratam adequadamente os efluentes produzidos, e em muitos casos, promovem despejos diretamente nos corpos hídricos superficiais; isto, quando não negligenciam o derramamento dos efluentes e outras substâncias químicas no próprio solo, promovendo a contaminação das águas subterrâneas, o que ameaça a disponibilidade e a qualidade da água consumida pelas populações amazônicas havendo a necessidade constante de estudos que avaliem a qualidade da água servida para a população (GORAYEB et al., 2010; QUADROS; COUTINHO, 2015).

A qualidade e a disponibilidade da água nos ambientes naturais da cidade de Barcarena, enquanto faixa urbano-industrial amazônica, evidenciam inúmeras preocupações, posto que esta unidade territorial é base de denso parque industrial minero-metalúrgico e agrega uma área portuária que é palco de intensa movimentação de cargas que guardam em sua composição elementos químicos e biológicos perigosos (AGUILAR PIRATOBA et al., 2017).

Não havendo o manuseio, do processo industrial e dessas cargas, com a devida segurança podem resultar em desastres e impactos ambientais extremamente danosos ao ecossistema e as populações habitantes desse espaço urbano amazônico. E a água como constituinte dessa totalidade ecológica e ambiental torna-se leito receptor das cargas poluentes e contaminantes dos efluentes despejados acidentalmente pelas empresas minero-industriais, bem como as demais atividades afiliadas produtivamente (STEINBRENNER et al., 2020).

A avaliação e divulgação da qualidade das águas na cidade de Barcarena, Pará, sejam nos mananciais, ou em qualquer ambiente natural do seu entorno, passa a ser de extrema relevância. Além do que, deve-se avaliar a qualidade da água servida para a população dessa urbe amazônica. E várias pesquisas têm se destinado a avaliar a qualidade das águas superficiais dos ecossistemas naturais e antrópicos do município de Barcarena (GORAYEB et al., 2010; QUADROS; COUTINHO, 2015).

Neste trabalho adotamos um indicador da qualidade da água tratada proposto pela Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano do Ministério da Saúde. Esse indicador possibilita a interpretação conjunta de dados sobre a qualidade da água para consumo humano ao longo do abastecimento/consumo, devendo-se respeitar a Portaria de potabilidade da água (BRASIL, 2006; MELO; UENO, 2013).

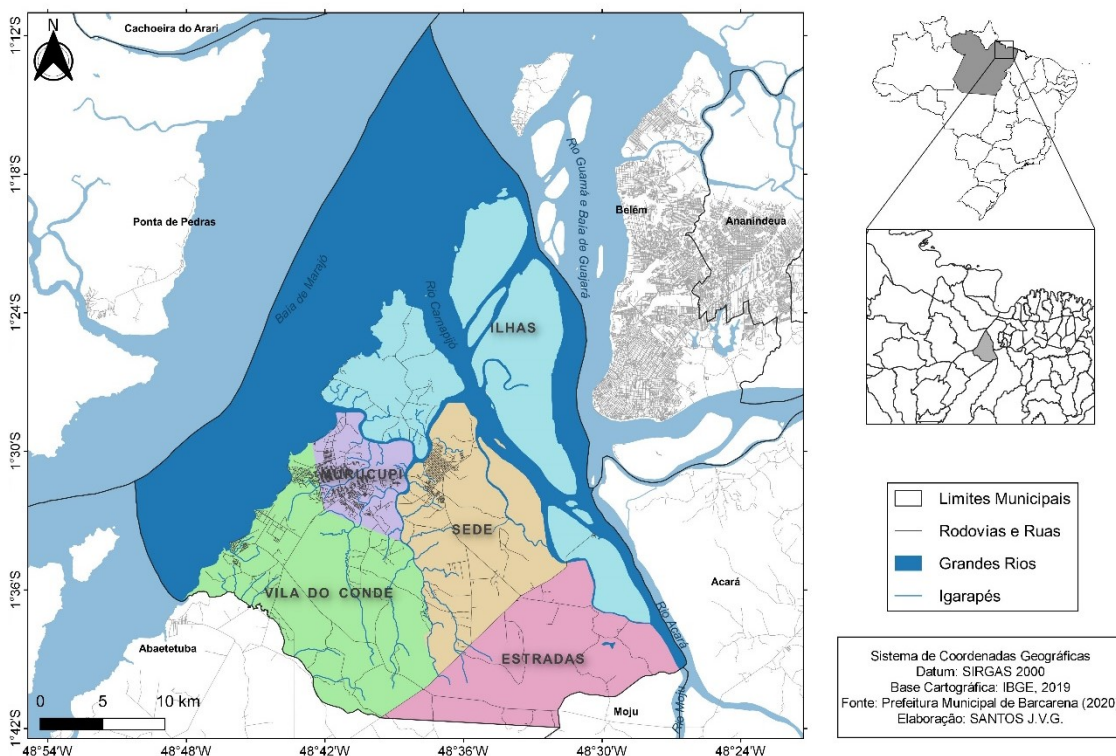
Essa metodologia foi auxiliada por outras formas de análise que dão suporte metodológico para melhor avaliar a qualidade da água com a finalidade de se diagnosticar a qualidade socioambiental do Distrito Industrial de Barcarena com a adoção de índice integrado de qualidade da água, para assim poder interpretar as condições socioambientais de acesso e uso da água potável pela população, e quais potenciais riscos à sua saúde. Visto que esta cidade tem sido loco nas últimas décadas de uma dezena de desastres ambientais causados pelas atividades ligadas aos grandes empreendimentos minero-metalúrgicos, e os seus efeitos nocivos se irradiam na extensão dos ecossistemas terrestres e aquáticos amazônicos.

3.2 Materiais e Métodos

3.2.1 Descrição da área de estudo

Barcarena localiza-se às margens do Rio Pará, apresentando uma rede hidrográfica bastante ramificada. Destacando-se os seguintes rios e igarapés: Arienga, Arapiranga, Barcarena, Itaporanga, Murucupi e Dendê. Igarapés Cujari, Tauá, Japinzinho, Água Boa, Arumandeuá, Água Verde, Guajará, Icarau, Turui, Mucuripe, Pau Amarelo, Bacuri, São Felipe, Tucumandeuá e Maçarapo, assim como o furo do Arrozal, cafezal, Araquiça, Arapari (BARCARENA, 2017), como evidencia a Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização dos Distritos de Barcarena-PA. Destaque para as bacias hidrográficas.



Fonte: Prefeitura Municipal de Barcarena (2020).

Esta peculiar hidrografia faz desse município, assim como outras urbes amazônicas, uma cidade entre as águas, ou seja, sua história está conectada ao curso dos rios. E a maior parte da riqueza produzida pelo polo industrial Albrás e Alunorte é escoada pelo Porto de Vila do Conde, e segue o caminho das águas doces até chegar ao mar para atender ao mercado mundial.

O Clima de Barcarena faz parte do clima quente equatorial úmido, na classificação de Köppen, tipo Am. A temperatura média anual é de 27° C. Precipitações abundantes, acima de 2.500 mm ano (FAPESPA, 2016).

A escolha desse lócus de pesquisa, Distrito Industrial de Barcarena, onde se localizam o Distrito do Murucupi e o Distrito de Vila do Conde, deve-se pela

configuração de sua realidade produtiva que segue o ritmo da economia mundializada, com os ditames controversos dos consecutivos desastres e impactos ambientais que se espraiam nas águas, nos solos, no ar, na vegetação, ou seja, nos ecossistemas intra e ao redor de Barcarena. Estabelecendo condições de vulnerabilidade e contaminação das cadeias tróficas e por extensão a probabilidade e a ocorrência elevada de contaminação da população de Barcarena.

3.2.2 Materiais

3.2.2.1 Precipitação

Os dados de precipitação desta pesquisa pertencem ao banco de dados CHIRPS-Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations, que consiste em uma base de dados formada por diversas fontes de informações, que são: (I) The Climate Hazards Group's Precipitation Climatology (CHPClim); (II) Observações de satélites com espectroscopia de infravermelho termal (Thermal Infrared, TIR), geoestacionárias quase globais da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Centro de Previsão Climática (CPC) e o National Climatic Data Center Climáticos (NCDC); (III) Campos de Precipitação do Coupled Forecast System da NOAA, versão 2 (CFSv2); (IV) Observações de precipitação de produtos de estações meteorológicas e outros serviços regionais (FUNK et al., 2015).

A principal característica desse conjunto de dados está na altíssima resolução espacial de aproximadamente 5 km, próximo ao equador, cobertura geográfica global de 50°S a 50°N, com o período de dados iniciando em 1981 e se estendendo até os dias atuais, sendo disponibilizado em UCSB (<ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0/>), em formato NetCDF, GeoTiff e Esri BIL, nas resoluções temporais diários, pântadas e dados mensais.

3.2.2.2 Relatórios Técnicos: Ação Civil Pública (MPPA, 2015); Relatório 003/2018 (Instituto Evandro Chagas. IEC, 2018)

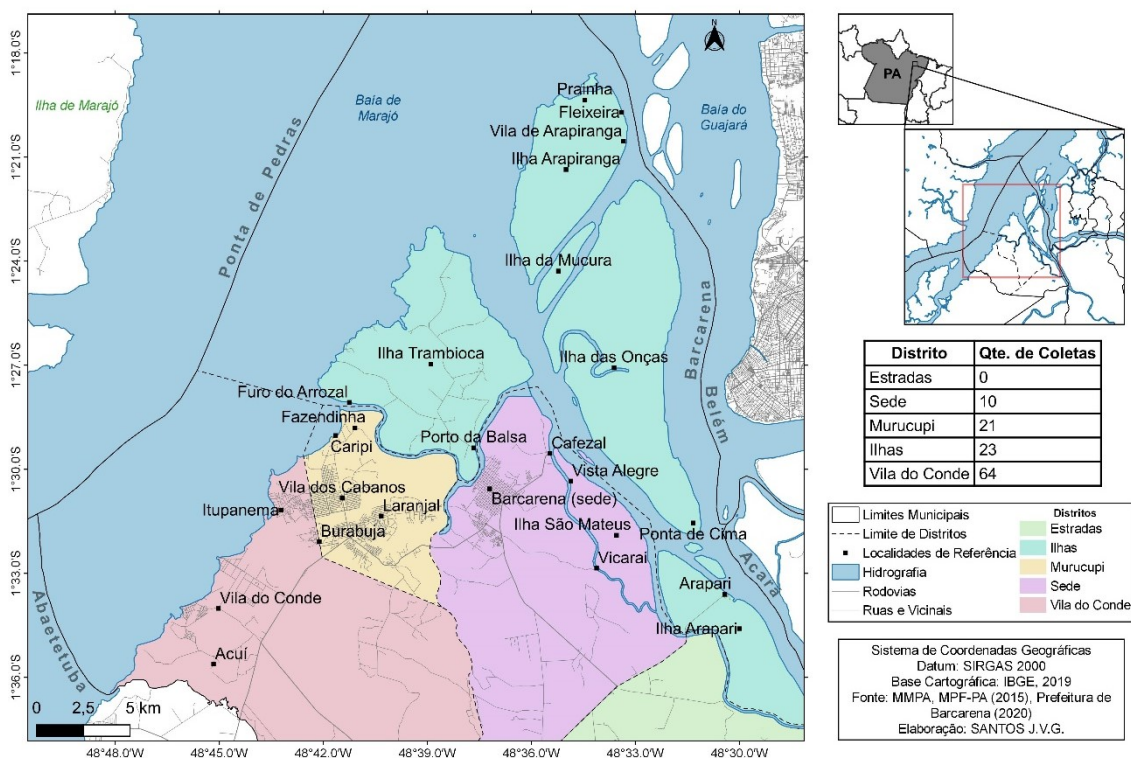
Ação Civil Pública (MPPA, 2015)

Os resultados obtidos no Inquérito Civil Público nº 1.23.000.000661/2015-70 (MPPA; MPF, 2015) atestou através de rigoroso processo de monitoramento das áreas afetadas pela ocorrência de derramamento de rejeitos de metais pesados ao longo dos períodos já elencados, em que o Laboratório de Química Analítica e Ambiental – LAQUANAM (UFPA), a partir de 2012 com conclusão em meados de 2014, em atendimento ao inquérito em referência, realizou um amplo levantamento destinado a

avaliar a qualidade da água consumida em diferentes locais no Município de Barcarena (MPPA; MPF, 2015).

O trabalho abrangeu 26 (vinte e seis) localidades, 118 (cento e dezoito) pontos amostrais, 7 (sete) parâmetros físico-químicos e 25 (vinte e cinco) metais. A coleta das amostras de água seguiu o estabelecido pela CETESB (2011) e foi realizada em parceria com a Marinha do Brasil, SEMA, LACEN-SESPA e MPF. As amostras foram coletadas nos sistemas de abastecimentos das comunidades e nas residências dos moradores nas condições de consumo (MPPA; MPF, 2015), como descreve a figura 2.

Figura 2 – Quantidade de coletas de amostra de água nos Distritos de Barcarena-PA



Fonte: Adaptado de MPPA; MPF; Prefeitura Municipal de Barcarena (2020).

A coleta compreendeu o período dos dias 27/08/2012 a 06/09/2012, período de menor índice de pluviosidade na região estudada. A maioria das amostras são de água de poço (com uma profundidade média de 8 m – oito metros) onde não se realiza tratamento convencional ou avançado. Em poucas residências foi observado a colocação de hipoclorito para a desinfecção das águas, obtido nos postos de saúde (MPPA; MPF, 2015).

O estudo realizado pelo LAQUANAM, pesquisou 25 (vinte e cinco) metais, com um total de 3.776 (três mil, setecentos e setenta e seis) resultados (Ag, Al, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V e Zn). E entre os

resultados obtidos quanto aos traços de metais pesados, em termos de média, os elementos que estiveram acima dos limites máximos apontados pela legislação brasileira foram o P>Al>Pb>Se (MPE; MPF, 2015) em destaque no Quadro 1.

Quadro 1 – Teores dos metais considerados tóxicos na água destinada ao consumo humano, de acordo com várias legislações ao redor do mundo.

Parâmetro	WHO	UE	Canadá	EUA	Rússia	Brasil
Al	0,2				0,5	0,2
Pb	0,01	0,05	0,05	0,2	0,01	0,01
Fe	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Cu	2	0,1-3,0	1	1	2	2

Fonte: Adaptado de (MPE; MPF, 2015).

No Quadro 2 consta o resumo da estatística descritiva geral dos metais por comunidade com teores acima do VMP (valor máximo permitido):

Quadro 2 – Resumo da estatística descritiva geral dos metais por comunidade com teores acima do VMP (2015).

	Ag	Al	Fe	Mn	P	Pb	Ba	Cd	Se
VMP	0,010	0,200	0,300	0,100	0,020	0,010	0,700	0,005	0,010
Distrito industrial		0,3012			0,4816	0,1186			0,0881
Vila do Conde		1,3678			0,3379	0,0605			0,0694
Murucupi					0,3608	0,0782			
Vila dos Cabanos	0,2740		2,9910	0,2605	0,3735	0,0480	2,3830		

Fonte: Adaptado de (MPE; MPF, 2015).

* As outras localidades participantes nas amostragens foram atestadas a ocorrência de valores acima do permitido para algum ou alguns dos metais analisados.

3.2.2.3 Relatório 003/2018 (Instituto Evandro Chagas)

Este Relatório avaliou a qualidade das águas superficiais em rios de Barcarena e Abaetetuba, no período posterior aos eventos de derramamento de rejeitos da Hydro, a partir de dados físico-químicos e concentrações de metais, incluindo o aprofundamento das avaliações no rio Murucupi. Avaliou o risco referente ao lançamento de efluentes de lama vermelha em trecho da rodovia PA-481 em situação de tombamento de caminhão que transportava esses materiais, a partir de dados físico-químicos e concentrações de metais. Avaliou o risco referente ao lançamento de resíduos e efluentes oriundos de canais irregulares localizados na planta industrial da Norsk Hydro Alunorte, dados físico-químicos e concentrações de metais, incluindo o aprofundamento das avaliações no rio Murucupi. Avaliou o risco referente ao lançamento de efluentes tratados através de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) na área da planta industrial da Norsk Hydro Alunorte, dados físico-químicos e concentrações de metais.

As conclusões do Relatório mostraram que no rio Murucupi os níveis de Al, Fe, Cu, As, Hg e Pb nas águas superficiais estavam acima dos níveis aceitáveis pela resolução CONAMA 357/2005, indicando que as águas deste rio não poderiam ser usadas para recreação, pesca ou consumo humano. Todos os elementos tóxicos encontrados nos efluentes da empresa Hydro também foram encontrados teores nas águas superficiais do rio Murucupi (IEC, 2018).

Os dados de alumínio e ferro dissolvido nos rios Pará (áreas próximas as praias de Sirituba e Beja), Guajará do Beja, Arapiranga, Igarapés Curuperê e Dendê e tributário do Tauá mostraram que os níveis destes metais logo após os eventos do dia 17/02/2018 estavam bem acima dos limites do CONAMA 357/2005. Em alguns pontos desses rios e Igarapés os níveis totais de metais tóxicos como As, Pb e Cr apresentaram também teores acima da Resolução CONAMA 357/2005. Os resultados nestas áreas foram indicativos que as águas superficiais destes rios não poderiam naquele momento ser usadas para recreação, pesca ou consumo humano (IEC, 2018).

Os dados nos rios e Igarapés no ambiente ao redor da empresa Hydro mostraram que os dados de automonitoramento apresentados pela empresa, como comprovação de despejo controlado e sem risco através de canais irregulares por onde passavam efluentes não tratados, eram falhos e insuficientes, ou seja, não mostraram que estas áreas apresentavam níveis de metais acima dos recomendados pela legislação brasileira (IEC, 2018).

3.2.3 Métodos

3.2.3.1 Descrição do índice de qualidade da água integrado

Esse índice é especificado pela média aritmética de três outros indicadores (BRASIL, 2006; MELO; UENO, 2013) como ilustra o Quadro 3.

Quadro 3- Descrição do índice de qualidade da água integrado

Indicador de Qualidade da Água Integrado			
Indicadores	Composição dos indicadores	Indicadores parciais	IQAi
Índice de Coleta (IC)	$\left(\frac{N^{\circ} \text{ de amostras coletadas na rede de distribuição}}{N^{\circ} \text{ de amostras a coletar segundo a legislação vigente}} \right) \times 100$	$\left(\frac{IC + IB + IFQ}{3} \right)$	100
Índice Bacteriológico (IB)	$\left(\frac{N^{\circ} \text{ de amostras com ausência de coliformes totais ou termotolerantes}}{N^{\circ} \text{ de amostras coletadas}} \right) \times 100$		
Índice Físico-químico (IFQ)	$\left(\frac{N^{\circ} \text{ de amostras com valores iguais ou inferiores ao VMP para cada parâmetro}}{N^{\circ} \text{ total de amostras coletadas}} \right) \times 100$		

Fonte: Adaptado de (MELO; UENO, 2013) através de Brasil (2006).

O Quadro 4 ilustra o sistema de pontuação para a avaliação da qualidade da água tratada.

Quadro 4- Pontuação do indicador de qualidade da água integrado

Classe de IQAi	Valor do IQAi	Nível de qualidade
A	80 – 100	Ótima
B	52 – 79	Boa
C	37 – 51	Intermediária (Regular)
D	20 – 36	Ruim
E	0 – 19	Péssima

Fonte: Adaptado de (MELO; UENO, 2013) através de (ANA, 2012)

O estabelecimento desse modelo de sistematização dos dados permite verificar o cumprimento das Portarias do MS a partir da identificação de pontos vulneráveis do sistema de tratamento e abastecimento de água. Também pela facilidade de integrar uma grande quantidade de dados referentes à água tratada para o abastecimento e consumo, dispensando-se a coleta e avaliação da água no final da distribuição – residência do consumidor (BRASIL, 2006; MELO; UENO, 2013).

3.2.3.2 Descrição da base de dados do abastecimento de água e das amostras dos componentes físicos, químicos e biológicos da água

Aquisição das informações censitárias e elaboração do banco de dados está estruturado da seguinte maneira:

Base de dados do IBGE 2010 (abastecimento de água) (BRASIL, 2020);

Relatórios anuais da qualidade da água distribuída à população no decorrer dos anos de 2014, 2015, 2017 e 2018, disponibilizados pela concessionária, responsável pelos serviços de saneamento básico no município de Barcarena, Águas de São Francisco.

3.2.3.3 Descrição da confecção do mapa das áreas de risco ambiental

O arquivo vetorial (.shp) criado para das áreas de risco ambiental foi feito a partir da análise de imagens de satélite da área dos distritos do Murucupi e Vila do Conde (Distrito Industrial) onde foi feita a delimitação dos locais selecionados previamente para este estudo. Para a confecção do mapa final, foi feito um recorte da área, a inserção de arquivos vetoriais de hidrografia limites municipais e estaduais da base cartográfica do IBGE (2019), além da base de vias terrestres (ruas e estradas) do *Open Street Map* (OSM) de 2021.

3.2.3.4 Descrição da pesquisa de campo

Esta etapa da pesquisa se desenvolveu utilizando-se como práxis metodológica a pesquisa participante, que tem como natureza procedimental mergulhar psíquica e fisicamente na área (objeto) da pesquisa para interagir, estreitar, esquadrihar a realidade

em movimento *in situ* para poder colher as informações mais significantes que dão substrato a investigação científica (SERVA; JAIME JÚNIOR, 1995). E possibilitaram o exercício da análise e o deslindar das variáveis socioambientais que caracterizam o meio observado, neste caso o Bairro Industrial de Barcarena, Pará.

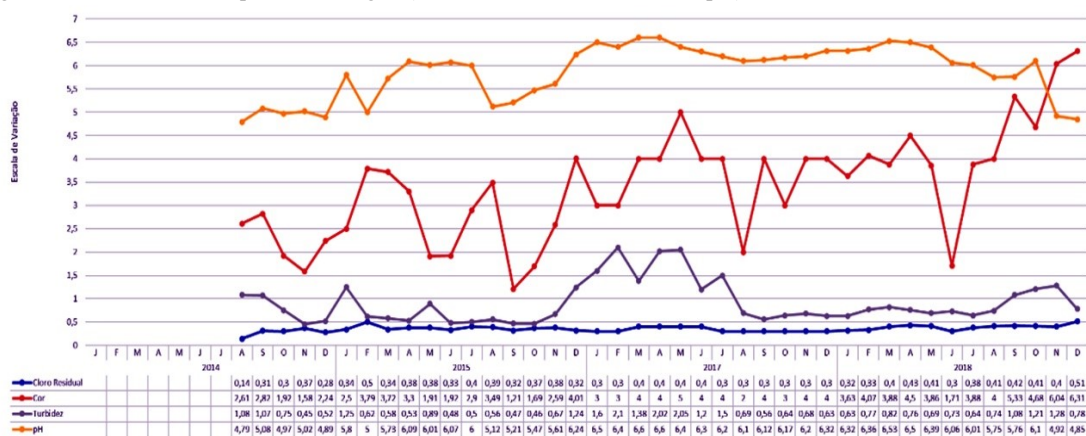
Estas visitas de campo deram embasamento para se observar *in locu* as possíveis áreas e suas populações mais sujeitas aos riscos e a vulnerabilidade aos desastres e impactos ambientais provocados aos corpos hídricos decorrentes da atividade mínero-industrial dos grandes empreendimentos instalados no Bairro Industrial de Barcarena, e que em análise consecutiva permitiu diagnosticar a sua qualidade socioambiental (OLIVEIRA; BORGES, 2018).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Resultados

O quadro das análises físicas, químicas e biológicas da qualidade e potabilidade da água servida para a população do Distrito Industrial de Barcarena, referente aos anos de 2014, 2015, 2017, 2018 estão dispostas na figura 1. Devido a ocorrência de modificações na legislação, pois em 2017 foi editada a PRC nº 5/MS/2017 estabelecendo em seu Anexo XX as diretrizes do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, admitiu-se nesta pesquisa para a análise do IQAi do Distrito Industrial de Barcarena o Relatório das análises do ano 2018 como referência.

Figura 3 – Análises físico-químicas da água (Cloro residual, cor, turbidez e pH) – anos de 2014, 2015, 2017 e 2018.



Fonte: Elaborado pelo autor através dos Relatórios anuais da qualidade da água elaborados pela Concessionária Águas de São Francisco referentes aos anos de 2014, 2015, 2017 e 2018 (2020).

A variável bacteriológica, para *Escherichia Coli* e os Coliformes totais todas estão em conformidade, representando 100% de ausência bacteriológica. Esse percentual

atende a PRC nº 5/MS/2017. E à ausência de *Escherichia Coli* e coliformes totais em 100% das amostras representa um indicador de eficiência no tratamento.

A variável bacteriológica é mais relevante visto que a *Escherichia Coli* e coliformes totais são considerados os principais agentes de infecções intestinais diarreio gênicas, pela facilidade da sua ingestão por alimentos e água; figurando entre os agentes etiológicos diarreicos que provocam a morte em milhões de pessoas a cada ano. Constituindo-se, portanto, num grave problema de saúde pública no mundo (DRUMOND et al., 2018).

No campo correspondente a cor da água, as amostras apresentaram-se em conformidade com os valores especificados pela legislação que determina o valor máximo aceitável de 15 uH. Quanto à turbidez 75% das amostras estão em conformidade. Esse parâmetro de qualidade da água está associado à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência, como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural.

O cloro residual livre (CRL) das análises 50% das amostras estão em conformidade. Entre os riscos para o consumo de água com elevada concentração de cloro pode levar a problemas de saúde já que este é nocivo à saúde humana. Contudo, deve ser reconhecido que o cloro é um importante agente no processo de desinfecção da água, pois destrói ou inativa microrganismos patogênicos (BRASIL, 2014).

Quanto ao pH da água 66% das amostras estão em conformidade. Sendo que valores de pH abaixo de 5, indicam acidez, sendo que a recomendação do pH esteja na faixa 6 e 9 alcalina, como faixa adequada para a manutenção da vida (BRASIL, 2014).

Os dados das análises revelam preliminarmente que a qualidade da água tratada fornecida para os bairros do Distrito Industrial de Barcarena está em conformidade com os padrões de potabilidade previsto na PRC nº 5/MS/2017. Os valores agregados do Relatório compõem o IQAi descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Demonstrativo resumido do IQAi – Ano Referência 2018.

Indicador de qualidade da água integrado			
Indicadores	Indicadores parciais	IQAi	Nível de qualidade
IC			BOA
IB	$\left(\frac{73 + 73 + 72}{3}\right)$	72,66	
IFQ			

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.2 Discussão

Neste campo estruturamos cada abordagem de forma temática para permitir um melhor entendimento, exposição e análise dos resultados obtidos.

3.3.2.1 O IQAi no contexto dos desastres ambientais

O IQAi apresentou nível de qualidade bom, e valor do indicador 72,66 pontos. Este número induz ao entendimento que se dispõe de segurança na potabilidade da água servida para a população do Distrito Industrial de Barcarena, que pode se hidratar, tomar banho e fazer uso da água para as suas atividades diárias sem riscos iminentes à sua saúde. Além de se assegurar o direito essencial ao consumo de água com padrão adequado de potabilidade, que não ofereça riscos à saúde.

Contudo o acesso da população do Distrito Industrial de Barcarena à água potável não é conferido de fato, visto que 76% da população não tem acesso a rede de água tratada (IBGE, 2020). Estabelecendo-se uma condição de exclusão socioambiental por se retirar o direito do indivíduo ao sistema de água tratada, mesmo com riscos potenciais à sua saúde. Este ditame é reflexo do perfil socioeconômico da população de Barcarena, que apresenta 13.976 pessoas que estão em situação de extrema pobreza (BARCARENA, 2018; IBGE, 2020).

Com apenas 24% dos domicílios de Barcarena tendo acesso a rede de água tratada, delineia-se um estado de luta pela sobrevivência por parte das populações residentes nesta extensão territorial urbana, *in situ* os residentes no Distrito Industrial, em específico as populações dos aglomerados subnormais, as comunidades quilombolas-indígenas e as populações ribeirinhas-agroflorestais; que em sua maioria são pertencentes aos estratos sociais em situação de pobreza ou extrema pobreza, e portanto, mais vulneráveis aos efeitos nocivos dos desastres e impactos ambientais que incidem, principalmente, sobre os corpos d'água (BARCARENA, 2017).

Os Relatórios anuais de qualidade da água dos períodos analisados não apresentaram amostras que indiquem a verificação da existência ou não dos elementos traços de metais pesados, que podem por dedução sintagmática estarem presentes nas amostras coletadas. Visto essa faixa territorial urbana ser vizinha dos grandes empreendimentos minero-industriais e estar sujeita aos agravos dos desastres ambientais correntes nos últimos anos, e seus efeitos danosos aos ecossistemas naturais de Barcarena, entre eles os ambientes aquáticos e seus recursos de fauna e flora, que se tornaram depósitos dos rejeitos contaminantes carregados para o seu leito (PEREIRA, 2019).

No território do complexo industrial de Barcarena ocorreram aproximadamente 18 desastres ambientais dos anos 2000 a 2015 com múltiplos impactos ambientais e severas repercussões nocivas, tanto a biota dos ecossistemas atingidos como às populações residentes na faixa intraurbana, nos sítios quilombolas-indígenas e demais grupos agroflorestais (MPPA; MPF, 2016).

A legislação vigente PRC nº 5/MS/2017, que versa sobre a qualidade da água, recomenda que o procedimento aplicável as situações em que se verifiquem ameaças como agrotóxicos, bem como identificadas situações de risco à saúde, o responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem, elaborar um plano de ação e tomar as medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade (MS, 2017).

O procedimento mais adequado, em observância à legislação, seria adotar medidas técnicas cabíveis para avaliar a qualidade da água, devendo-se salvo melhor entendimento considerar amostras para metais pesados, como ação preventiva, devido os poços de captação da água, mesmo que profundos, estarem localizados no entorno industrial de Barcarena, e, portanto, com maior ou menor proporção sofrerem as influências adversas provocadas pelos desastres naturais, como preconizou o Inquérito do MPPA 2015 (MPPA, 2015; RAQA, 2018).

Seria razoável considerar as análises das variáveis hídricas ambientais que estão vulneráveis à ação dos efluentes liberados ou derramados pelas bacias de rejeitos em eventos de desastres ambientais em sucessivos períodos, particularmente à ocorrência de desastres ambientais conexos ou provocados pelos grandes empreendimentos minero-metalúrgicos. Especialmente porque seus rejeitos carregam alta concentração de metais pesados e que permanecem ativos por longo período, e correspondem a sérios riscos de contaminação dos ambientes construído e natural. Incluindo-se os lençóis subterrâneos profundos (MUNIZ; OLIVEIRA-FILHO, 2006).

Esse procedimento estaria alinhado com a PRC nº 5/MS/2017, que recomenda: verificadas características desconformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco à saúde, a autoridade de saúde pública competente determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano que realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais (MS, 2017).

Isso asseguraria que a água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem não oferece riscos à saúde da população. E não incluir a devida verificação nos teores também de metais pesados é desconsiderar o direito de acesso à água potável (BRASIL, 2018).

No ano de 2018, em meados de fevereiro, houve a ocorrência de desastre ambiental em umas das bacias de rejeitos de um dos grandes empreendimentos minero-metalúrgicos, com despejo de grande quantidade de rejeitos contaminantes em sua borda geográfica, que se alastrou ao longo dos leitos dos rios de sua vizinhança e impôs graves danos aos meios natural e construído (MPPA, 2018).

Diante desse fato o relatório de qualidade da água do ano em referência, 2018, ateuve-se apenas ao procedimento padrão de verificação de qualidade da água, não considerando o que a legislação recomenda: elaborar um plano de ação e tomar as medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade (MS, 2017).

Esta provável ausência de procedimento técnico adequado diante de um cenário de desastre ambiental que invadiu a realidade urbano-rural de Barcarena, e tomou conta do imaginário da população local com a ideia de que as águas dos rios e dos outros mananciais, incluindo os lençóis subterrâneos, foram contaminados por metais pesados, deixando a população vulnerável aos efeitos novíços das cargas contaminantes dos elementos químicos, estabelecendo-se um estado psicológico de risco, pois passaram a entender que houve uma contaminação generalizada provocada por rejeitos dos grandes empreendimentos e seus impactos afetaram a qualidade da água (GIULIO et al., 2017).

A percepção de risco de desastres foi reforçada pelos laudos e relatórios elaborados e emitidos por órgãos técnicos competentes, que atestaram a concentração de metais pesados diluídos nos corpos hídricos ao longo dos ecossistemas circundantes às bacias de rejeitos minerais, e no qual as comunidades, principalmente às comunidades ribeirinhas, que sobrevivem em retirar sua subsistência desse meio ecológico, além de utilizarem suas águas para manter sua vida (MPPA, 2018; IEC, 2018).

E não acrescentar a análise de metais pesados na água servida passa uma ideia de que não há a devida preocupação e gestão correspondente da Concessionária ao direito da população que é dispor de acesso à água potável que atenda às suas necessidades de ingestão, preparação de alimentos, higiene, ou seja, uma água que assegure seu direito a uma vida digna e a uma condição de desenvolvimento socioambiental (BRASIL, 2018).

3.3.2.2 *A percepção de risco de desastres ambientais e o IQAi*

A percepção de risco de contaminação estabeleceu uma forte desconfiança e temor por parte da população em ingerir a água distribuída pela Concessionária, mesmo que os Relatórios anuais de qualidade da água apresentem amostras dos componentes químicos, físicos e biológicos dentro dos padrões de potabilidade. E determinados moradores argumentaram que a água fornecida pela empresa está contaminada com metais pesados, mas consomem por não ter outra maneira de acesso a uma água de qualidade, e confiam que seus efeitos negativos não irão comprometer a sua saúde, pelo menos, em um curto período.

Parte dos moradores alegou utilizar a água da concessionária nas atividades domésticas gerais, mas utiliza água mineral para hidratação e preparo dos alimentos. Também foi verificado junto aos informantes que significativa parcela da população local utiliza apenas água do poço amazonas, que apresenta como característica estrutural serem rasos, e isto aumenta sensivelmente as possibilidades de contaminação e riscos à saúde humana, não apenas por metais, mas por outros elementos perigosos à saúde (CAPP; SANTOS; GUIMARÃES, 2012).

Esse padrão assimétrico e desigual de abastecimento de água expõe 64% dos domicílios ao consumo de água de poços, e 12% a outras formas de abastecimento, podendo ser água retirada diretamente dos rios, o que amplia exponencialmente os riscos às contaminações, e por conseguinte a saúde da população (IBGE, 2020).

Está-se diante de um anunciado flagelo socioambiental associado à degradação da natureza que estabelecem uma ruptura no direito ao acesso à água com padrão de potabilidade. Elemento essencial à qualidade de vida e a subsistência da população deste recorte intraurbano. Estando as populações do Distrito Industrial de Barcarena à mercê dos efeitos novíços provocados pelos desastres ambientais causados pelos grandes empreendimentos minero-industriais.

Este cenário obscuro que conjuga desastres ambientais mais os riscos ao sistema ecológico e a população, torna-se mais impactante porque os resultados do inquérito instaurado pelos MPPA e MPF (2015) comprovaram a contaminação dos corpos hídricos em todas as comunidades avaliadas, e no Distrito Industrial as amostras para Al, P, Pb e Se, mostram-se acima dos valores máximos permitidos. Sinalizando extremo risco à saúde da população, especificamente, porque o chumbo causa sérias comorbidades à saúde, bem como a concentração dos demais metais pesados, e sua ingestão contínua leva

a sérios danos à saúde humana, podendo incidir em óbitos (MOREIRA F; MOREIRA J, 2004).

O Instituto Evandro Chagas (2018) atestou que o desastre com o derramamento de rejeitos do grande empreendimento mínero-metalúrgico, em fevereiro de 2018, comprometeu a qualidade das águas superficiais nos rios de Barcarena e Abaetetuba, no período posterior aos eventos de derramamento de rejeitos, a partir de dados físico-químicos e concentrações de metais, incluindo o aprofundamento das avaliações no rio Murucupi, acrescentou maior perigo à vida das populações residentes nos assentamentos urbanos e rurais vizinhos das bacias de rejeitos desse grande empreendimento mínero-metalúrgico. Posto que as conclusões do Relatório mostraram que no rio Murucupi os níveis de Al, Fe, Cu, As, Hg e Pb nas águas superficiais estavam acima dos níveis aceitáveis pela resolução CONAMA 357/2005, indicando que as águas deste rio não poderiam ser usadas para recreação, pesca ou consumo humano (IEC, 2018).

Portanto o ambiente intraurbano de Barcarena na faixa vizinha ao Distrito Industrial, apresentou intenso risco para os habitantes da urbe, em específico aos aglomerados subnormais, e seus arredores constituídos pelos territórios quilombolas-indígenas e as comunidades agroflorestais, pois são permanentemente lapeados com os desastres ambientais causados pelos grandes empreendimentos industriais-metalúrgicos.

Cristaliza-se o binômio do risco socioambiental, evidenciado na negação do direito ao acesso à água potável e a permanente opressão do meio físico, natural e construído, cuja as características ecológicas estão sendo sucessivamente degradados e ameaçam à qualidade de vida e a saúde dessas populações, como ilustra a Figura 4.

Figura 4 – Ilustração do risco de desastres e impactos ambientais sobre os ecossistemas, vizinhos ao polo industrial de Barcarena, e sua cadeia trófica com efeitos danosos as comunidades agroflorestais (campesinato amazônico) e a paisagem amazônica.



Fonte: Elaborado pelo autor³.

Constata-se que as populações do entorno industrial dos grandes empreendimentos estão sob elevados riscos de contaminação com efeitos nocivos a sua saúde mental e física com manifestações a médio e longo prazos, com sintomas associados ao contato e ingestão de metais pesados. Posto essa população estar sujeita ao consumo de água contaminada ou com outras características que indicam má qualidade, ameaça à sua saúde, ao meio ambiente e ao seu desenvolvimento sustentável. Especificamente se esta água apresenta carga de agentes patogênicos e/ou produtos químicos. Estando, principalmente, a população de média e baixa renda mais vulneráveis à crise da água (ONU, 2018).

Elaboramos a relação entre os desastres ambientais provocados pelos grandes empreendimentos e seus impactos sobre a população de Barcarena através do painel com o quantitativo de morbidades e óbitos que ocorreram nos períodos 2006 a 2017, elencados na Tabela 6, que podem estar associados aos eventos dos desastres ambientais e seus efeitos contaminantes sobre as águas, como infere a Organização Pan-Americana de Saúde (2014).

³ Ilustrador: Tony Yuka.

Tabela 2 – No de óbitos que podem ser associados as causas socioambientais e as contaminações por veiculação hídrica em Barcarena, Pará – 2006 a 2017.

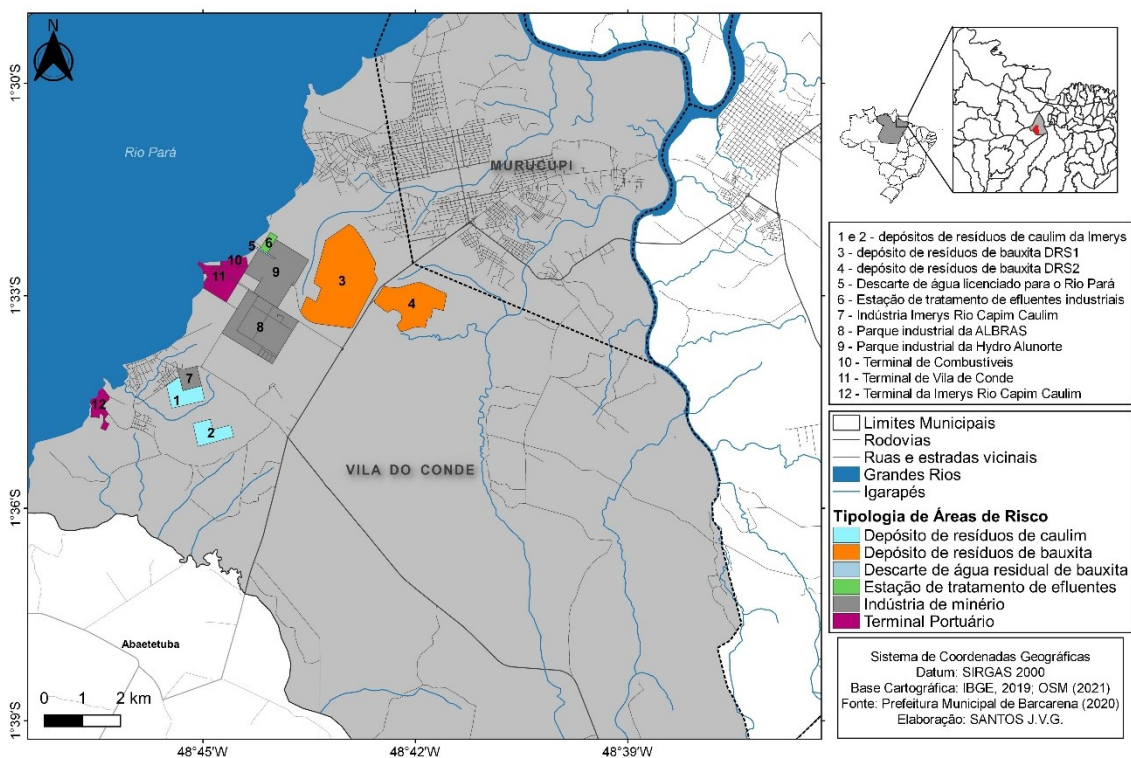
Morbidade	Ano												Nº Total Óbitos
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Algumas doenças infecciosas e parasitárias	18	11	Sem registro	24	14	8	15	17	23	23	27	22	202
Doenças do aparelho digestivo	16	7		16	14	12	13	10	14	15	22	27	166

Fonte: Produzido pelo autor através de (IBGE, 2020).

A relação entre os desastres ambientais e a ocorrência de morbidades-óbitos consolida uma sensação de risco de desastres ambientais e suas repercussões sobre à saúde da população, com a presença permanente de ameaça à vida. Instalando-se um estado de medo quanto as possíveis ocorrências de novos desastres ambientais e os efeitos progressivos dos impactos ambientais e sociais que terão repercussões devastadoras sobre o ecossistema amazônico já impactado, pelos eventos sinistros passados, bem como sobre as populações que habitam os assentamentos intraurbanos e agroflorestais circunvizinhos ao Distrito Industrial mínero-metalúrgico.

A correlação da atividade industrial e a ocorrência sucessiva dos eventos de desastres ambientais, nos anos 2000 a 2018, possibilitou a elaboração do mapa de áreas de risco ambiental nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, localizados no Distrito Industrial de Barcarena, Pará, onde estão as plantas industriais e suas bacias de rejeitos, e também a área portuária de Vila do Conde. Estando as áreas no seu entorno intraurbano sob constante ameaça de ocorrência de desastres ambientais como destaca a Figura 5.

Figura 5 – Mapa de risco de desastre ambiental nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, Barcarena, Pará.



Fonte: Base Cartográfica do IBGE e Pesquisa de Campo (2020).

A percepção de risco de desastres ambientais que assola o imaginário da população residente às margens dos grandes empreendimentos corrói progressivamente a sua qualidade de vida, pois afeta as suas perspectivas de um ambiente saudável e seguro, tanto para as populações atuais como para as suas populações futuras (POTT; ESTRELA, 2017).

Destaca-se nesta análise de percepção de risco a postura de mobilização que a população do entorno dos grandes empreendimentos adotou quanto à luta por seus direitos socioambientais, buscando se organizar em grupos de moradores e grupos étnicos para requererem juntos aos órgãos públicos e aos entes jurídicos dos grandes empreendimentos seus direitos a um ambiente saudável e seguro (CARMO et al., 2016).

3.3.2.3 O risco de desastres ambientais, os eventos de precipitação extrema e a fragilidade do direito à água potável

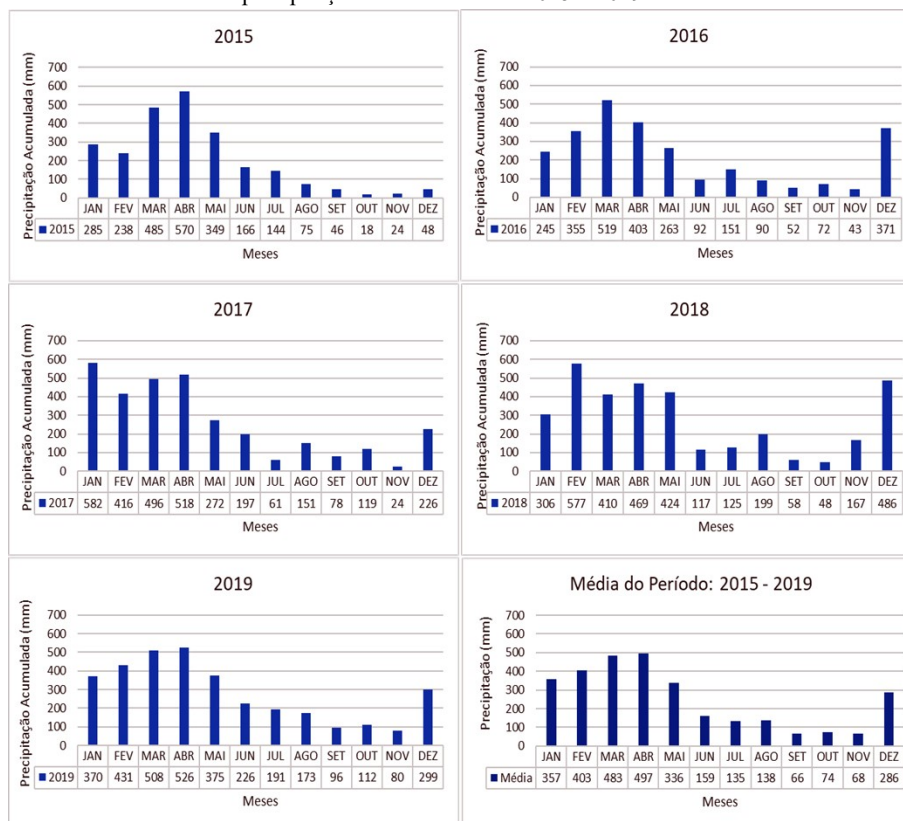
A ocorrência sucessiva de desastres ambientais no entorno dos empreendimentos industriais em Barcarena deflagrou uma condição permanente de risco de desastres ambientais nas comunidades do entorno dos grandes empreendimentos, devendo-se utilizar instrumentos de análise capazes de prever, impedir ou mitigar a ocorrência de novos desastres que ameacem a vida da população e o equilíbrio dos ecossistemas que fazem parte de sua paisagem construída e natural. E possam fundar uma perspectiva de

gestão controlada dos impactos socioambientais que dominam a cena de calamidade socioambiental imposta à população residente às margens do polo industrial de Barcarena e suas bacias de rejeitos (COELHO et al., 2017).

A esta análise acrescentamos a variável climática dos eventos de precipitação extrema, como fator adicional que pode potencializar a ocorrência de riscos de desastres ambientais provocados pelos grandes empreendimentos, posto que os rejeitos dos minerais das bacias estão em meio hídrico, e caso não haja um controle técnico adequado do volume das bacias, um evento climático de precipitação extrema, peculiar a esta zona geográfica de clima equatorial, podem vir a provocar o transbordamento das bacias de rejeitos, carreando esse material para os nichos ecológicos terrestres e aquáticos contaminando a cadeia trófica dos ecossistemas vizinhos à atividade industrial.

Por isso fizemos o levantamento da variabilidade mensal de precipitação entre os anos 2015 a 2019, evidenciando que os meses de dezembro a maio o acumulado das chuvas foram os seguintes: 1.1927 mm (ano 2015), 1.588 mm (ano 2016), 2.665 mm (ano 2017), 2.412 mm (2018), 2695 mm (2019). Este quadro de precipitação revela intensa pluviosidade, estabelecendo-se eventos de precipitação extrema nesta faixa da região Amazônica como descreve a Figura 6.

Figura 6 – Variabilidade mensal da precipitação entre os anos de 2015 a 2019.

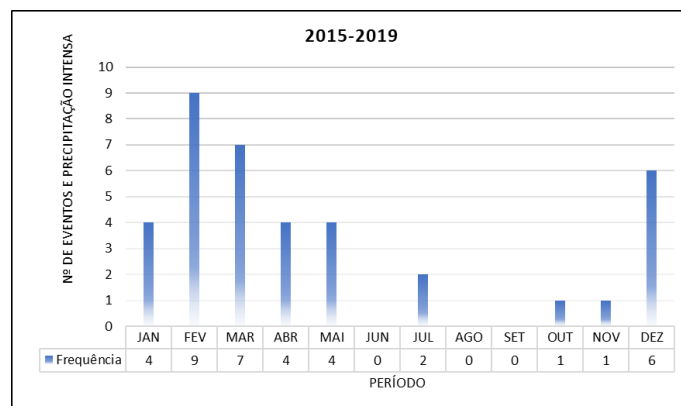


Fonte: Produzido pelo autor através de (CHIRPS, 2020).

Não havendo um rigoroso monitoramento do volume das bacias de rejeitos dos grandes empreendimentos, e ao ocorrer eventos de precipitação extrema, criam-se as condições para a ocorrência de novos transbordamentos dos leitos das bacias de rejeitos com metais pesados, podendo atingir diferentes ambientes vizinhos as bacias de rejeitos.

Foi estruturado um gráfico que apresenta a ocorrência de precipitação extrema no período de 2015 a 2019 e a frequência mensal do evento extremo expressos na Figura 7.

Figura 7 – Total de eventos de precipitação intensa ocorrido entre os anos de 2015-2019 no município de Barcarena-PA.



Fonte: Produzido pelo autor através de (CHIRPS, 2020).

Nos meses de fevereiro e março ocorre o maior quantitativo de precipitação extrema, e se não houver um monitoramento adequado das bacias de rejeitos quanto ao nível de seu talude, os sucessivos eventos de precipitação extrema inevitavelmente poderão provocar o transbordamento de material contaminante. E caso isso ocorra em período de altas marés, o material residual tóxico atingirá grandes extensões do entorno da planta industrial minero-metalúrgica, com impactos nocivos e devastadores tanto à biota dos ecossistemas quanto ao conjunto das populações ribeirinhas, quilombolas-indígenas e dos aglomerados subnormais.

Esta análise pode estreitar possíveis medidas preventivas que impeçam a ocorrência de novos eventos sinistros e impactos nocivos nos ecossistemas e nas comunidades do entorno dos grandes empreendimentos industriais instalados no solo urbano de Barcarena, visto que o monitoramento inadequado das bacias de rejeitos associado aos eventos de precipitação extrema, podem ter contribuído para a ocorrência do transbordamento do talude das bacias de rejeitos em 2018.

Esta associação entre eventos de precipitação extrema e falha no monitoramento das bacias de rejeitos de metais pesados, sedimenta uma configuração temerosa da ordem estabelecida pelos grandes empreendimentos que ameaçam o equilíbrio socioambiental das comunidades intraurbanas residentes nos aglomerados subnormais, nas áreas

agroflorestais, nas comunidades quilombolas-indígenas e no sistema ecológico composto pelo habitat da fauna e flora.

Portanto os desastres ambientais funcionam como vetores da subtração de múltiplos direitos, entre eles: a negação de acesso à água potável que está em nítido processo de contaminação pelos rejeitos de metais pesados, e negação ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, posto estar sob forte processo de devastação, tanto os ambientes naturais e construídos, fontes essenciais à vida (JOHNER, 2020), e base do *modus vivendi* das populações dos aglomerados subnormais, quilombolas-indígenas e agroflorestais.

3.4 Conclusões

A integração capital-tecnologia-recurso natural para atender as exigências da economia globalizada sedimentou um perfil devastador sobre os ambientes naturais e antrópicos da região Amazônica, expondo um ordenamento territorial-ambiental excludente que nega o direito à população amazônica habitar seus assentamentos, sejam eles urbanos ou agroflorestais, com condições dignas e sustentáveis.

Esta condição de exclusão tem como uma de suas facetas os desastres ambientais provocados pelos grandes empreendimentos minero-metalúrgicos implantados nos limites territoriais de Barcarena, que por pelo menos 20 anos são causadores de desastres ambientais, por negligência ou falhas técnicas evitáveis, como: derramamento de óleo, vazamento das bacias de rejeitos, naufrágios com despejo de óleo nas águas, chuva de fuligem sobre a cidade, contaminação de cursos d'água, e outros tantos eventos que transmitem para o meio ambiente do entorno do complexo das fábricas uma carga maciça de poluentes, e avança avassaladoramente sobre as populações amazônicas em franca ameaça a sua saúde e à sua vida.

Este trabalho se propôs a diagnosticar a qualidade socioambiental do Distrito Industrial de Barcarena a partir da análise da qualidade da água servida para a população do Distrito Industrial de Barcarena, utilizando como ferramenta metodológica o IQAi que pode contribuir como uma análise capaz de ensejar a luta pelo direito ao acesso a água com padrão aceitável de potabilidade, e que seja veículo de saúde e não vetor de doenças graves que possam vir a causar óbitos à população.

Acrescentamos a essa metodologia a percepção de risco de desastres ambientais que ameaçam a qualidade das águas amazônicas e por conseguinte a qualidade de vida e saúde da população nos seus múltiplos estratos socioterritoriais no entorno da planta industrial minero-metalúrgica sediada no Distrito Industrial de Barcarena.

Esperamos contribuir com outros trabalhos que se dediquem a descrever, interpretar e analisar a qualidade socioambiental dos territórios urbano-industriais, na Amazônia ou em outras regiões, com adoção de indicadores socioambientais especializados para o meio intraurbano, entre eles, o IQAi que traduz uma série de variáveis de qualidade da água indicando sua potabilidade ou não, relevando se a água é um fator de direito ou exclusão socioambientais, posto que a população ao não ter acesso a uma água de qualidade tem seu direito suprimido como cidadão, e está distante de ter assegurado um ambiente justo e saudável, seja o meio urbano, seja o meio agroflorestal. E a água potável constitui-se parte integrante desses direitos.

Referências

AGUILAR PIRATOBA, Alba Rocio; RIBEIRO, Hebe Morganne Campos; PIRATOBA MORALES, Gundisalvo, GONÇALVES. Wanderson Gonçalves. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 12, n. 3, may/jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1910>. Acesso em: 06 jan 2020.

ANDRADE, Antônio Luiz Menezes de; MAINBOURG, Evelyne Marie Therese. Avaliação da potabilidade de águas pluviais utilizadas para o consumo humano na comunidade Nossa Senhora de Fátima do Jandira, Iranduba, Amazonas. *In*: MEDEIROS, Marcilio Sandro (org.). **Saúde ambiental na Amazônia**: desafios e perspectivas. Manaus: Edua, 2012. p. 77-99.

BARCARENA. **Plano plurianual de Barcarena**. Barcarena, Pará, 2014 – 2017. Barcarena, 2014. Disponível em: https://www.barcarena.pa.gov.br/portal/arquivo/procuradoria/93_PPA_20142017_LEI_SANCIONADAPUBLICAO.pdf. Acesso em: 20 dez 2020.

BARCARENA. **Plano plurianual de Barcarena**. Barcarena, Pará, 2018-2021. Barcarena, 2018. Disponível em: https://www.barcarena.pa.gov.br/portal/arquivo/procuradoria/84_LEIMUNICIPAL2200_INSTITUIOPPA20182021.pdf. Acesso em: 20 dez 2020.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. **Cadernos de Recursos Hídricos**. Brasília – DF, 2005. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>. Acesso em: 20 dez 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Ministério Público. Água, vida e direitos humanos. **Revista do CNMP: Água**, Brasília,DF, CNMP, v. 260, n. 7 2018. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/revista_final.pdf. Acesso em: 16 jan 2021.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de cloração de água em pequenas comunidades utilizando o clorador simplificado desenvolvido pela Funas/ Fundação Nacional de Saúde**. Brasília,DF: Funasa, 2014. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf. Acesso em: 17 jan 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997**. Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília,DF, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 20 dez 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília,DF: Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde- Funasa, 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdcbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>. Acesso em: 20 dez 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília,DF: Ministério da Saúde, 2006. 60 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/diretriz_nacional_plano_vigiagua.pdf. Acesso em 23 ago 2019.

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília, 2017. DOU de 03/10/2017.

CAPP, Nanci; AYACH, Lucy Ribeiro; SANTOS, Tânia Mara Baptista dos; GUIMARÃES, Solange Terezinha de Lima. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 3, set./ dez. 2012. DOI: 10.5902/2236499/7581. Acesso em: 03 jan 2020.

CARMO, Eunápio do; CRAVO, Jose Roberto Silva; HAZEU, Marcel; FIALHO, Nádia; GAYOSO, Solange. Bacarena livre informa: 37 anos de desastres socioambientais em Barcarena. Número 1, dezembro 2016. **Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas**, Belém, (IBase), 2016. Disponível em: https://ibase.br/pt/wp-content/uploads/dlm_uploads/2018/02/IBASE_INFORMATIVO-BACARENA_V3.pdf. Acesso em: 15 jan 2021.

COELHO, Maria Célia Nunes; WANDERLEY, Luiz Jardim; GARCIA, Tomás Coelho; BARBOSA, Estêvão José da Silva. Regiões econômicas mínero-metalúrgicas e os riscos de desastres ambientais das barragens de rejeito no Brasil. **Revista da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia** (Anpege), v.13, n.20, p.83-108, jan./abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5418/RA2017.1320.0005>. Acesso em: 03 jan 2020.

DRUMOND, Sheila Neves; SANTIAGO, Aníbal da Fonseca; MOREIRA, Mariana; LANNA, Maria Célia da Silva; ROESER, Hubert Mathias Peter. Identificação molecular de *Escherichia coli* diarréiogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Xopotó na região do Alto

Rio Doce. **Eng Sanit Ambient.**, v.23, n.3, maio/jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018165696>. Acesso em: 06 jan 2020.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS-FAPESPA. **Estatísticas municipais paraenses**: Barcarena. Belém: Diretoria de Estatística e de Tecnologia e Gestão da Informação, 2016. 61f. jul./dez. Disponível em: <http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/1286.pdf?id=1499658295>. Acesso em: 06 jan 2020.

FUNK, C. PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, n°. 150066, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>. Acesso em: 06 jan 2020.

GIULIO, Gabriela Marques Di; VASCONCELLOS, Maria da Penha; GÜNTHER, Wanda Maria Rizzo; RIBEIRO, ASSUNÇÃO, Helena; João Vicente de. Percepção de risco: um campo de interesse para a interface ambiente, saúde e sustentabilidade. **Saúde Soc.**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 1217-1231, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902015136010>. Acesso em:

GORAYEB, Adryane; LOMBARDO, Magda Adelaide; PEREIRA, Luci Cajueiro Carneiro. Qualidade da água e abastecimento na Amazônia: o exemplo da bacia hidrográfica do rio Caeté. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 9, n. 18, p. 135-157, janeiro-abril, 2010. Disponível: <https://www.redalyc.org/pdf/2736/273620670012.pdf>. Acesso em: 09 fev 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Cidades - Barcarena**. 2020. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/barcarena/pesquisa/17/15752?localidade1=150140>. Acesso em: 20 dez 2020.

INSTITUTO EVANDRO CHAGAS-IEC. **Relatório 003/2018**. Seção de Meio Ambiente (SAMAM). Ananindeua-PA, 2018.

JOHNER, Marcos Afonso. O direito fundamental ao meio ambiente e a expansão do direito penal. **Revista de Direito**, Viçosa, v.12 n.02, 2020. DOI: <https://doi.org/10.32361/2020120210574>. Acesso em: 06 jan 2020.

MAUÉS, Raymundo Heraldo. **Uma outra “invenção” da Amazônia** – religiões, histórias, identidades. Belém: Cejup, 1999. 283 p.

MELO, F. de A. C.; UENO, M. Caracterização e modelagem de indicadores de qualidade ambiental urbana integrada e aplicação à Vila Habitacional União, bairro da Terra Firme, Belém, Pará. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 8, p. 204-220, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1372>.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ-MPPA; MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL-MPF. **Ação Civil Pública com Pedido Liminar**. Inquérito Civil Público nº 1.23.000.000661/2015-70. Belém, 2015. Disponível em: https://www2.mppa.mp.br/sistemas/gcsbsites/upload/25/Acao%20Civil%20Publica%20-%20MPPA%20MPF%20DPE%20PGE%20-%20BARCARENA%20-%20Processo%2000028538-38_2015_4_01_3900.pdf. Acesso em: 21 dez 2020.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO PARÁ-MPPA. **Medida cautelar inominada nº 0002384-18.2018.8.14.0008**. Barcarena, 2018. Disponível em: <http://www.tjpa.jus.br/CMSPortal/VisualizarArquivo?idArquivo=690068>. Acesso em: 21 dez 2020.

MOREIRA, Fátima Ramos; MOREIRA, Josino Costa. Os efeitos do chumbo sobre o organismo humano e seu significado para a saúde. **Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health**, v.15, n.2, 2004. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/rpsp/2004.v15n2/119-129/>. Acesso em: 06 mar 2020.

MUNIZ, Daphne Heloisa de Freitas; OLIVEIRA-FILHO, Eduardo Cyrino. Metais pesados provenientes de rejeitos de mineração e seus efeitos sobre a saúde e o meio ambiente. **Universitas: Ciências da Saúde**, [S.l.], v.4, n.1, p. 83-100, abr. 2006. ISSN 1981-9730. DOI: <https://doi.org/10.5102/ucs.v4i1.24>. Acesso em: 02 jul. 2021.

OLIVEIRA, Alexandre Araújo de, BORGES, João Tito. Análise da vulnerabilidade populacional aos riscos tecnológicos ambientais na área urbana da cidade de Manaus-AM. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 49, p. 283-304, dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v49i0.59260>. Acesso em: 06 jan 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS-ONU. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018. Soluções baseadas na natureza para a gestão das águas. **Divisão de Ciências Hídricas**, UNESCO, Itália, 2018. Disponível: <http://portalods.com.br/wp-content/uploads/2018/03/261594por.pdf>. Acesso em: 20 dez 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE-OPAS. **Proteger a saúde de frente à mudança climática: avaliação da vulnerabilidade e da adaptação**. Brasília, DF: OPAS, 2014. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=mudancas-climaticas-711&alias=1498-proteger-a-saude-frente-a-mudanca-climatica-avaliacao-da-vulnerabilidade-e-adaptacao-8&Itemid=965. Acesso em: 03 abr 2020.

PEREIRA, Simone de Fátima Pinheiro. Desastres Sócio-Étnico-Técnico-Ambientais em Barcarena. In: CASTRO, Edna Ramos de; CARMO, Eunápio Dutra do. **Dossiê desastres e crimes da mineração em Barcarena, Mariana e Brumadinho**. – Belém: NAEA: UFPA, 2019. 256 p. Disponível em: <https://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/wp-content/uploads/2021/03/Dossie-desastes-da-minerac%CC%A7a%CC%83o.pdf>. Acesso em: 03 jan 2021.

QUEIROZ, Fábio **Albergaria de hidropolítica e segurança: as bacias Platina e Amazônica em perspectiva comparada**. Brasília,DF: FUNAG, 2012. Disponível em: http://funag.gov.br/loja/download/932-Hidropolitica_e_Seguranca.pdf. Acesso em: 03 abr 2020.

RELATÓRIOS E DOCUMENTO. **Relatório anual de qualidade da água**. Águas de São Francisco. Barcarena, 2020. Disponível em: <https://aguasdesaofrancisco.com.br/documentos/>. Acesso em: 20 dez 2020.

SILVA, Fábio Carlos; AMIN, Mario Miguel; NUNES, Silvia Ferreira (orgs.). **Sustentabilidade dos municípios da Amazônia**. Belém: NAEA, 2015.

STEINBRENNER, Rosane Albino; GUERREIRO NETO, Guilherme; BRAGANÇA, Pedro Loureiro de; CASTRO, Edna Maria Ramos de. Desastre da mineração em Barcarena, Pará e cobertura midiática: diferenças de duração e direcionamentos de escuta. **Reciis – Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde.**, v.14, n.2, p.307-28, abr.-jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.29397/reciis.v14i2.2063>. Acesso em: 12 mar 2021.

ZORZI, Lorenzo; TURATTI, Luciana; MAZZARINO, Jane Márcia. O direito humano de acesso à água potável: uma análise continental baseada nos Fóruns Mundiais da Água. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 11. n. 4, oct./dec. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1861>. Acesso em: 08 dez 2020.

CAPÍTULO 4 ESTIMATIVA DA QUALIDADE SOCIOAMBIENTAL DOS DISTRITOS DA ZONA DE EXPANSÃO DO POLO INDUSTRIAL DE BARCARENA, PARÁ, UMA PROPOSTA QUALI-QUANTI PARA A HABITABILIDADE URBANA⁴

Resumo

A Amazônia enquanto morada natural segura sustentou por milhares de anos o *modus vivendi* das populações indígenas, em uma relação de dependência mútua. Este equilíbrio foi quebrado com a conquista econômico-territorial realizada pela colonização europeia, que causou a desterritorialização dessas populações, inaugurando a era das explorações sobre o meio e sobre o homem amazônicos. Como etapa dessa era, os Grandes Empreendimentos, impulsionados pela crise do petróleo nos anos de 1970, invadiram os territórios amazônicos. E a cidade de Barcarena tornou-se palco da instalação de uma nova modalidade produtiva de caráter mínero-metalúrgico associada à economia mundial. Os efeitos nocivos dessa invasão têm se propagado progressivamente pelos ambientes intraurbanos e pelos ecossistemas naturais no entorno do Polo Industrial desta cidade amazônica com impactos diretos e indiretos na qualidade socioambiental dos povos residentes nos aglomerados subnormais, nos territórios quilombolas-indígenas e nas faixas agroflorestais. Esta pesquisa quali-quantitativa utilizou como ferramenta metodológica o índice de habitabilidade urbana para estimar a qualidade socioambiental da zona de expansão do polo industrial de Barcarena. O objetivo do estudo constituiu-se em analisar o conforto para o habitar, estando relacionado ao atendimento de um conjunto de aspectos que interferem na qualidade de vida dos moradores dos bairros do Distrito Industrial de Barcarena, considerando-se a infraestrutura e a logística nos transportes, a localização em área de risco, aspectos da segurança e da saúde. O resultado do índice de habitabilidade urbana atingiu pontuação 45,13 pontos. Este número indica uma habitabilidade regular. Segundo os parâmetros desenvolvidos nesta pesquisa este nível de habitabilidade tem como consequências a degradação da habitação que associada a poluição do ambiente exterior, desconforto, insalubridade, exclusão, problemas de saúde, má qualidade dos espaços públicos, conflitos de territorialidade ambiental entre os Grandes empreendimentos e grupos sociais atingidos por desastres ambientais, delineiam uma habitabilidade opressiva nesse espaço intraurbano amazônico.

Palavras-chave: Barcarena; habitabilidade urbana; qualidade socioambiental.

⁴Artigo Submetido à Revista Brasileira de Ciências Ambientais, Qualis B1, 10/04/2021: MELO, F.A.C.; PIMENTEL, M.A.S. Estimativa da qualidade socioambiental dos Distritos da zona de expansão do Polo Industrial de Barcarena, Pará, uma proposta quali-quanti para habitabilidade urbana.

Abstract

The Amazon as a safe natural home has sustained the *modus vivendi* of indigenous populations for thousands of years, in a relationship of mutual dependence. This balance was broken with the economic-territorial conquest achieved by European colonization, which caused the deterritorialization of these populations, inaugurating the era of explorations of the Amazonian environment and man. As a phase of that era, the Large Enterprises, conducted by the oil crisis in the 1970s, invaded the Amazonian territories. And the city of Barcarena became the stage for the installation of a new productive modality of a mining-metallurgical character associated with the world economy. The noxious effects of this invasion have been progressively spreading through intra-urban environments and natural ecosystems around the Industrial Pole of this Amazonian city with direct and indirect impacts on the socio-environmental quality of people living in subnormal agglomerations, in quilombola-indigenous territories and in agroforestry strips. This qualitative and quantitative research used the urban habitability index as a methodological tool to estimate the socio environmental quality of the expansion zone of the industrial center of Barcarena. The objective of the study was to analyze the comfort to inhabit, being related to attendance a set of aspects that interfere in the quality of life of the residents of the districts in the Industrial District of Barcarena, considering the infrastructure, logistics of transport, location in a risk area, safety and health aspects. The result of the urban habitability index reached a score of 45,13 points. This number indicates a regular habitability. According to the parameters developed in this research, this level of habitability has the consequence of housing degradation, which is associated with pollution of the external environment, discomfort, unhealthiness, exclusion, health problems, poor quality of public spaces, conflicts of environmental territoriality between the Large Enterprises and social groups affected by environmental disasters, outline an oppressive habitability in this intra-urban Amazonian space.

Keywords: Barcarena; urban habitability; socio environmental quality.

4.1 Introdução

Durante milhares de anos as terras amazônicas foram a residência segura das populações indígenas, estando em uma correlação de equilíbrio ecossistêmico sob o signo de mútua coexistência descrita pela interface terra-homem, simbolizando uma estrutura pautada não apenas no respeito das comunidades indígenas à natureza, mas no saber de que da natureza provinha todo o necessário para a subsistência dos grupos populacionais indígenas e todo o seu *modus vivendi* (HECK, 2005). E em retribuição esses grupos populacionais construíram um profundo respeito preservacionista à Mãe Terra, que viria a ser batizada pelos europeus de Amazônia.

Esse equilíbrio começou a ser rompido com a chegada dos colonizadores e sua nova visão de mundo sustentada pelo princípio da economia mercantilista, mirando as terras verdejantes outrora seguras e cheias de vida, para tornarem-na sua propriedade e campo de reserva de recursos naturais a serviço de uma nova relação forjada pelo signo da relação homem-recurso natural-mercadoria. Nascia o mito da Amazônia a ser explorada (HALL, 1991; MARCOVITCH, 2011).

O habitat das populações indígenas reconhecidamente herdeiras da Amazônia já não estava mais seguro, e não era mais seu, ou seja, as nações indígenas foram, por assim dizer despejadas, desterritorializadas para serem utilizadas como massa de mão de obra no empreendimento colonial europeu. Nasciam as populações amazônicas marginalizadas e pauperizadas, na então, nova terra europeia (SILVA et al., 2009; TAVARES, 2011).

Essa ordem exploratória foi agravada e ganhou novas tessituras com o avanço da economia mundial em processo de expansão da globalização, impulsionada pela crise energética do petróleo, no início da década de 1970. A Amazônia voltava a ter a atenção da economia-política nacional e internacional firmada por um pacto do Estado brasileiro com os interesses da economia mundial. Reabriram-se as portas da fronteira amazônica para a exploração dos seus territórios, dos seus recursos naturais e da sua população (SAYAGO; TOURRAND; BURSZTYN, 2004; MATHIS et al., 2016).

O espaço amazônico tornou-se destino dos grandes investimentos e empreendimentos de toda natureza e os impactos provocados em todos os estratos da realidade amazônica se materializaram e se agravaram, e entre eles, os impactos socioambientais refletidos na qualidade de vida dos habitantes da Amazônia e seus ambientes de reprodução social (CASTRO, CAMPOS, 2015).

Esse pacote produtivo-tecnológico assentou diversas formas de ocupação e exploração das terras amazônicas, entre elas, os Grandes Empreendimentos mínero-metalúrgicos na Amazônia Oriental, tendo como uma das suas localizações a cidade de Barcarena, que passou a sediar um parque industrial de alumina-alumínio, reconfigurando toda a paisagem desta faixa territorial amazônica no início dos anos de 1980 (NAHUM, 2008; NASCIMENTO; HAZEU, 2015).

A partir da implantação do empreendimento mínero-metalúrgico em Barcarena as populações autóctones desse recorte territorial foram empurradas, despejadas e marginalizadas para residir na borda da planta industrial deste novo polo de desenvolvimento produtivo na Amazônia. Tornaram-se moradores indesejáveis desse condomínio capitalista em terras equatoriais (CASTRO et al., 2007).

Desta condição de exclusão socioambiental e territorial as comunidades amazônicas habitantes das áreas urbanas ou florestais passaram a construir seus espaços alternativos de sobrevivência/resistência, por assim dizer, seu ecótono socioterritorial, que em Barcarena se materializa nos aglomerados subnormais, nas terras quilombolas-indígenas e nas comunidades agroflorestais que lutam para manter sua identidade sócio-histórica (BARCARENA, 2018).

Para interpretar as condições socioterritoriais e ambientais, isto é, sua qualidade socioambiental, que esses grupos populacionais enfrentam no meio intraurbano de Barcarena, localizada na zona de expansão do polo industrial dos grandes empreendimentos mínero-metalúrgicos e sua malha produtiva, buscamos efetuar neste trabalho uma análise da habitabilidade considerando seus aspectos quali-quantitativos nas áreas do entorno urbano dos grandes empreendimentos industriais implantados na urbe de Barcarena.

Podemos definir a habitabilidade como sendo as condições disponíveis de um lócus urbano, capaz de atender as necessidades da comunidade, isto é, moradias acessíveis e apropriadas, recursos e serviços à comunidade e opções de mobilidade adequadas, que juntas facilitam a independência e o envolvimento dos residentes na vida social, e mais, o conjunto de atributos ou características físicas, sociais e econômicas dessa área urbana (áreas verdes, protegidas, limpas, seguras), com impacto positivo na qualidade de vida dos moradores da cidade (CHIVOT, 2011; VALCÁRCEL-AGUIAR; MURIAS; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, 2018; AL-THANI et al., 2019).

A habitabilidade urbana neste trabalho adota certos elementos da escala micro (o domicílio) e certos elementos escala da vizinhança (a infraestrutura e os serviços

urbanos), isto é, a disponibilidade de serviços de infraestrutura e equipamentos públicos, a proteção contra as variações climáticas e contra eventos extremos e riscos, e a localização adequada (FLORIANÓPOLIS, 2007; AMANAJÁS; KLUG, 2018).

Acrescentamos que a habitação deve estar inserida em um local com boas condições de saneamento e salubridade, ou seja, servida de equipamentos públicos eficientes de coleta de esgoto, rede de água e coleta de lixo, iluminação elétrica, proximidade a postos de saúde, escolas, farmácias, mercados. Assim como bem adequada ao padrão familiar, sem altas densidades populacionais que interferem diretamente na sua qualidade de vida (FRIZZI; PINHO, 2019).

Nesta linha de pensamento a habitabilidade constitui o direito à moradia adequada, segurança de posse; acesso a serviços, equipamentos e infraestrutura; acessibilidade econômica; acessibilidade; localização e adequação cultural; além de proteção contra o frio, humidade, calor, chuva, vento, outras ameaças à saúde e riscos estruturais (IBGE, 2018; RODRIGUES et al., 2018). Possibilitando ao atendimento das necessidades físicas, psicológicas e socioculturais dos habitantes, bem como dos preceitos de conforto ambiental (SILVA; SCOCUGLIA, 2015). No caso em específico da cidade de Barcarena, os grupos populacionais das áreas no entorno dos grandes empreendimentos minero-metalúrgicos, progressivamente tem sua qualidade de vida degradada e/ou negada (CARMO; COSTA, 2016).

Portanto a habitabilidade urbana mensura as condições da infraestrutura das moradias, os suportes externos urbanos (saneamento, acessibilidade, mobilidade urbana) associados à determinação socioeconômica do grupo social englobado nesta realidade intraurbana, havendo o acréscimo dos impactos e desastres ambientais promovidos pelos grandes empreendimentos industriais de caráter minero-metalúrgico que imprimem uma gama sistemática de danos aos ambientes naturais e construídos no entorno do polo industrial de Barcarena.

Nessa pesquisa a habitabilidade urbana é considerada como a capacidade de mensurar a inserção dos assentamentos habitacionais nas malhas urbanas da região Amazônica, in situ da zona de expansão do polo industrial minero-metalúrgico de Barcarena, e seus impactos socioambientais nas condições das moradias da população barcarenense-amazônica, avaliando-se a oferta de infraestrutura e os serviços urbanos, que podem ser degradados por fatores relacionados às patologias e problemas construtivos e à forma de ocupação deste espaço intraurbano também como condição de justiça socioambiental urbana, isto é, o direito à cidade sustentável através da habitação.

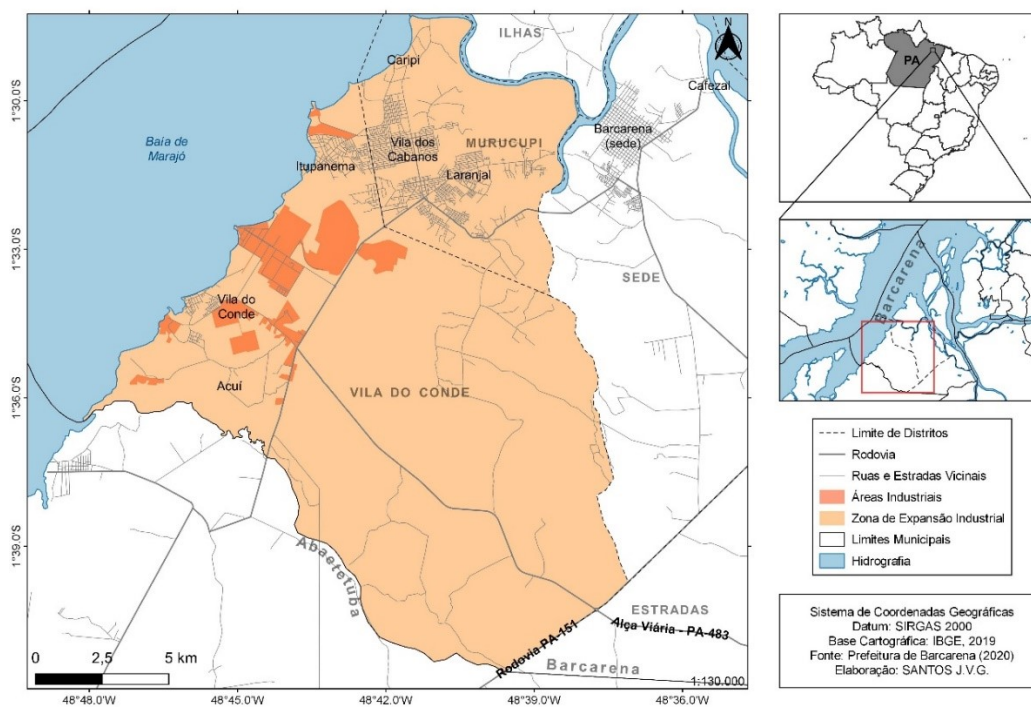
4.2 Materiais e Métodos

4.2.1 Localização da área de estudo

A cidade de Barcarena tem a sua inserção no Programa de Desenvolvimento Nacional, com o projeto de mineração Albrás-Alunorte que considerou entre os fatores geográficos a localização estratégica desse núcleo urbano que está às margens do rio Tocantins, na baía de Marajó. O desenvolvimento e integração desta área à economia nacional-internacional está atrelada aos grandes projetos de mineração que importou um padrão de modernidade carregado de problemas socioambientais (FONTES, 1996).

A Figura 1 traça o perfil cartográfico de Barcarena, Pará, que tem em sua essência territórios ocupados por comunidades tradicionais loteadas em sítios com definição étnica quilombola-indígena, comunidades ribeirinhas e populações da urbe (BARCARENA, 2018).

Figura 1 – Zona de expansão territorial do Polo Industrial de Barcarena, Pará



Fonte: Base Cartográfica do IBGE e Pesquisa de Campo (2020).

A escolha desta área (Distrito de Vila do Conde e Distrito do Murucupi) que corresponde a zona de expansão do polo industrial minero-metalúrgico de Barcarena se deve por estar localizada na faixa de contato imediato dos Grandes Empreendimentos que beneficiam e exportam entre outros produtos o caulim, a alumina e o alumínio, com área portuária que atende ao complexo alumina-alumínio. Tendo como extensão territorial mais de 8 mil hectares onde estão localizados às margens desta borda industrial

populações em aglomerados subnormais, populações quilombolas-indígenas e comunidades agrossilvícolas.

4.2.2 Materiais

Os dados de temperatura do ar e precipitação foram selecionados neste estudo para permitir a ampliação das inferências de análise no que tange aos impactos desses agentes climáticos nas condições da habitabilidade (PBMC, 2016) nas áreas dos aglomerados subnormais, nos territórios quilombolas e nas comunidades ribeirinhas que fazem parte dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde em Barcarena, Pará, e, portanto, são extensões da faixa de expansão do polo industrial de Barcarena.

4.2.2.1 *Temperatura do Ar*

Os dados de temperatura do ar (máxima, mínima e média) foram obtidos junto ao European Centre for Medium Range Weather Forecast Reanalysis (Era5) que pertence ao European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF). O ERA5 fornece estimativas de hora em hora de um grande número de variáveis climáticas atmosféricas, terrestres e oceânicas. Os dados cobrem a Terra em uma grade de 30 km e resolvem a atmosfera usando 137 níveis da superfície até uma altura de 80 km.

Os dados de temperatura do ar e umidade relativa utilizados nesta pesquisa possuem resolução temporal horária (a cada 3 horas) e resolução espacial de 0,25° (aproximadamente 27 km), compreendendo o período de 1985 a 2020. Os dados foram utilizados para o cálculo de anomalias em períodos de 5 e 10 anos (KATSANOS; RETALIS; MICHAELIDES, 2016; ERA5/ECMWF, 2020).

4.2.2.2 *Precipitação*

Os dados de precipitação nesta pesquisa pertencem ao banco de dados CHIRPS-Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations, que é uma base de dados formada por diversas fontes de informações, listadas a seguir: (I) The Climate Hazards Group's Precipitation Climatology (CHPClim); (II) Observações de satélites com espectroscopia de infravermelho termal (Thermal Infrared, TIR), geoestacionárias quase globais da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Centro de Previsão Climática (CPC) e o National Climatic Data Center Climáticos (NCDC); (III) Campos de Precipitação do Coupled Forecast System da NOAA, versão 2 (CFSv2); (IV) Diversas observações de precipitação através de produtos de estações meteorológicas e outros serviços regionais (FUNK et al., 2015).

Esse conjunto de dados têm altíssima resolução espacial de aproximadamente 5 km, próximo ao equador, cobertura geográfica global de 50°S a 50°N, com o período de dados iniciando em 1981 e se estendendo até os dias atuais, disponibilizado em UCSB (<ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0/>), em formato NetCDF, GeoTiff e Esri BIL, nas resoluções temporais diários, pêntricas e dados mensais.

4.2.3 Métodos

4.2.3.1 Descrição do índice de habitabilidade urbana

O Índice de Habitabilidade Urbana (IHU) foi ajustado neste trabalho e é dado pela média aritmética de 3 indicadores: o indicador de mobilidade urbana (IMU), indicador de defesa civil (IDC) e o indicador saúde (IS), conforme ilustra o Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição-síntese do índice de habitabilidade urbana.

Índice de Habitabilidade Urbana			
Indicadores	Variáveis	Composição Indicadores	Pontuação IHU
Indicador de mobilidade urbana (IMU)	Localidade atendida pelo transporte coletivo (TC)	$\frac{IMU + IDC + IS}{3}$	100
Indicador de defesa civil (IDC)	Unidades em áreas de risco (AR)		
IS	Indicador de Saúde		

Fonte: Florianópolis (2007); Adaptado de (MELO; UENO, 2013).

A seleção desses indicadores estruturantes da habitabilidade urbana, nesta pesquisa, é norteada por três linhas metodológicas que permitem uma leitura interdisciplinar da área de estudo: a mobilidade urbana no que concerne ao transporte coletivo e a qualidade das vias, os riscos dos desastres ambientais e seus impactos sobre as populações em suas unidades habitacionais e os reflexos dos desastres ambientais sobre a saúde da população atingida (ARAÚJO et al., 2011; SILVA; HAZEU, 2019; TELES, 2020).

O Quadro 2 descreve o sistema de pontuação do Índice de habitabilidade urbana.

Quadro 2- Pontuação do Índice de Habitabilidade Urbana

Pontuação IHU	Nível de Habitabilidade
71 a 100	Ótima
51 a 70	Boa
31 a 50	Regular
0 a 30	Crítica

Fonte: Florianópolis (2007); Adaptado de (MELO; UENO, 2013).

O Cálculo do IHU nesta pesquisa foi desenvolvido pela Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental de Florianópolis (2007).

Descrição dos critérios dos cálculos para os indicadores: IMU, IDC e IS.

Quadro 3 – Indicador de mobilidade urbana

Indicador de Mobilidade Urbana (TC)			
Forma de Cálculo	Parâmetro	Pontuação	Condições da Moradia
Observação direta para avaliar a oferta de transporte público	Ônibus confortáveis, limpos, modernos e seguros Segurança e conforto nos pontos de parada e terminais Rede de transporte integradas e de alto desempenho Tempo de médio de viagem Problemas de frequência	100	Ótima
		70	Boa
		50	Regular
		30	Crítica

Fonte: Adaptado de Florianópolis (2007).

Quadro 4 – Indicador de defesa civil

Indicador de Defesa Civil (AR)			
Forma de Cálculo	Parâmetro (%)	Pontuação	Condições da Moradia
Observação direta para avaliar os domicílios em áreas de risco físico (desmoronamento, alagamento e outros riscos físicos). $\left(\frac{n^{\circ} \text{ de domicílios em área de risco}}{\text{total de domicílios}} \right) \times 100$	0	100	Ótima
	1 a 2	70	Boa
	3 a 4	50	Regular
	AR > 5	30	Crítica

Fonte: Adaptado de Florianópolis (2007).

Quadro 5 – Indicador de saúde

Indicador de Saúde			
Forma de Cálculo	Parâmetro	Pontuação	Condições da Moradia
Observação direta para avaliar a acessibilidade dos moradores aos serviços de saúde	Nº de equipamentos de saúde complexos (hospitais), de saúde básica e especialidades (UBS, UPA, Prontos Socorros).	100	Ótima
	Oferta de equipamento de saúde complexo (hospital), de saúde básica e especialidades (UBS; UPA).	70	Boa
	Oferta de equipamento de saúde básico e especialidades (UBS ou UPA).	50	Regular
	Oferta de equipamento de saúde básico (posto de saúde)	30	Crítica

Fonte: Adaptado de Florianópolis (2007).

4.2.3.2 Descrição da pesquisa de Campo

A pesquisa de campo envolveu o método exploratório baseado na experiência sensorial (PIOVESAN; TEMPORINI, 1995) de visitar os aglomerados subnormais, as áreas quilombolas-indígenas e as comunidades agroflorestais com a finalidade de observar as condições *in loco* das habitações e a sua integração à estrutura dos serviços urbanos, bem como os equipamentos urbanos que dão suporte ao conjunto dessas

unidades intraurbanas e as extensões rurais que se somam a zona de expansão do polo industrial de Barcarena.

Esta metodologia torna-se mais eficiente quando associada a outras ferramentas metodológicas como dados oficiais e planos/programas de desenvolvimento aplicados pelo poder público.

Esta etapa teve como objetivo alimentar os dados da metodologia quali-quantitativa deste trabalho. Entendendo-se que a percepção do pesquisador, mesmo que analise uma ampla disponibilidade de elementos constituintes dos fatos, sejam eles de infraestrutura, sociais, políticos, econômicos, ambientais, culturais, fará as escolhas das variáveis que julgue melhor expressarem a realidade estudada, segundo os seus critérios teórico-metodológicos (QUEIROZ et al., 2018).

4.2.3.3 Descrição da proposta Quali-Quantitativa para a habitabilidade urbana

A metodologia expressa por uma proposta qualitativa e quantitativa integradas dialeticamente se torna possível quando variáveis que são expressas estritamente num modelo conceitual, sob certas condições específicas são derivadas e expressas num modelo matemático tendo como finalidade descrever e interpretar a realidade observada (KÖCHE, 2011).

No caso específico desta pesquisa o índice de habitabilidade urbana expressa variáveis conceituais em modelos matemáticos para interpretar as condições socioambientais delineadas no meio intraurbano (FLORIANÓPOLIS, 2007; MELO; UENO, 2013).

A partir dessa metodologia faz-se a descrição e a quantificação de cenários urbanos que estão sob forte tensão de impactos ambientais e ou eventos extremos, como desastres ambientais e suas repercussões na saúde da população, bem como efeitos psicológicos prejudiciais (STEINBRENNER et al., 2020; CARMO, 2020). Além de correlacionarmos os elementos climáticos da temperatura e precipitação com as condições cotidianas da habitabilidade no transporte coletivo, no conforto térmico da habitação, na disponibilidade de áreas verdes.

Este conjunto de procedimentos delineiam a estimativa quali-quantitativa para a habitabilidade urbana, nesse trabalho, permitindo analisar os distritos da zona de expansão do Polo Industrial de Barcarena, que apresentam condições adversas socioambientais às suas populações e que impactam direta e indiretamente em seu habitat, definindo a sua qualidade de vida.

4.2.3.4 Descrição da base de dados referente aos serviços de habitabilidade

Aquisição das informações censitárias e elaboração do banco de dados foi estruturado da seguinte maneira:

Base de dados do IBGE 2010 (IBGE, 2018; BRASIL, 2020);

Base de Dados da Prefeitura de Barcarena.

4.2.3.5 Descrição da confecção do mapa de uso do solo

Este mapa foi confeccionado com o plugin do QGIS chamado Dzetsaka, no qual permite uma análise semiautomática da classificação do uso do solo por meio das entradas que o usuário fornece ao vetorizar polígonos sobrepostos a pontos específicos da imagem de satélite a ser classificada. Esses pontos possuem em comum texturas similares, podendo serem zonas urbanas, solo exposto, vegetações primárias, plantações, pastos, corpos d'água etc. Neste caso em específico foram definidas cinco classes: vegetação, área desmatada, área urbana, água e barragem de rejeitos. As imagens utilizadas para as classificações foram dos sensores Landsat 5 (as imagens de 1984 e 2003) e do Sentinel 2 (imagem de 2020). Elas foram recortadas no tamanho da área de estudo, que é de aproximadamente 270 km².

4.2.3.5 Descrição da confecção do mapa das áreas de saúde

Foi criado um arquivo vetorial (shapefile) do tipo ponto para marcar no mapa os locais onde estão as unidades básicas de saúde (UBSs), unidades de pronto atendimento (UPAs) e os hospitais municipais, os dados de localização foram obtidos por meio da Secretaria de Saúde do município de Barcarena (2020). Após isso, acrescentaram-se os shapefiles de hidrografia do tipo linha e do tipo polígono dos principais cursos d'água da área de estudo, essas formas foram geradas a partir de uma imagem de radar (SRTM) com resolução espacial de 30 metros obtida do site da NASA. Os shapes de toponímias, ruas (da base do Open Street Map de 2021) e limites territoriais (da base do IBGE de 2019) também foram utilizados para a confecção do mapa final. Para a identificação da área de estudo foi também criado um shapefile do limite dos distritos de Murucupi e Vila do Conde, que são os territórios de expansão do polo industrial de Barcarena.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Resultados

Nesta seção apresentamos os resultados e o produto do índice de habitabilidade urbana da zona de expansão do Polo Industrial de Barcarena descritos a Tabela 1.

Tabela 1 – Produto do índice de habitabilidade urbana da zona de expansão do Polo Industrial de Barcarena-PA

Índice de Habitabilidade Urbana					
Indicadores	Variáveis	Pontuação dos indicadores	Composição Indicadores	Pontuação IHU	Nível de Habitabilidade
IMU	TC	45			Regular
IDC	AR	40	$\frac{45 + 40 + 50,4}{3}$	45,13	
IS	IS	50,4			

Fonte: Elaborado pelo autor.

O produto final do IHU com pontuação 45,13 pontos deriva o nível de habitabilidade da zona de expansão dos Grandes Empreendimentos, e correspondente à faixa regular, podendo-se a partir deste dado proceder as inferências de análise no tópico discussão.

4.3.2 Discussão

Nesta seção tecemos a análise que permite interpretar as variáveis elencadas nesta pesquisa que tem como finalidade representar a habitabilidade dos assentamentos intraurbanos que se encontram na zona de expansão da atividade mínero-metalúrgica do polo industrial de Barcarena.

A derivação do IHU no valor de 45,13 pontos dos assentamentos distritais de Barcarena permite vislumbrar que a qualidade socioambiental dessas comunidades está abaixo dos níveis aceitáveis de habitabilidade, posto que esse dado está na linha inferior à pontuação adequada (51 a 70). Isto pode representar inúmeras falhas no acesso aos serviços urbanos, isto é, a cobertura satisfatória de serviços e da estrutura urbana aos seus cidadãos, alocados nos aglomerados subnormais, nas comunidades quilombolas-indígenas e nas comunidades agroflorestais de Barcarena.

Entendemos que a moradia é o refúgio humano para a proteção, o bem estar e a segurança do indivíduo e da sua família, no entanto, fatores externos podem ser classificados como risco à estabilidade deste conjunto de variáveis que cercam o habitat, como as precipitações extremas, a radiação solar, os ventos, a sensação de insegurança, acidentes ou qualquer outra ameaça.

No caso de Barcarena, além das intempéries próprias que desafiam a segurança do habitat, esta condição se tornou ponto ainda de maior tensão, posto que a população da zona de expansão dos grandes empreendimentos está sob a marca constante dos impactos e desastres ambientais que têm ocorrido ao longo de mais de 20 anos e impactam

diretamente qualidade socioambiental das moradias urbanas, e por conseguinte na sua habitabilidade (HAZEU; RODRIGUES, 2019; STEINBRENNER et al., 2020).

Para melhor analisarmos as variáveis dispostas nesta pesquisa, a partir obtenção do valor do IHU na faixa regular, optamos pela exposição da análise em subtópicos temáticos.

4.3.2.1 Infraestrutura e mobilidade urbanas: a habitabilidade urbana em fluxo descompassado

A infraestrutura urbana constitui-se num conjunto de equipamentos que funcionam de maneira sistêmica e são compostos por elementos da biota (vegetação, lagos urbanos, solo natural) e elementos construídos (ruas, praças, postes, calçadas etc.). Sua finalidade é manter a vida no meio urbano e em fluxo constante, por isso, quanto mais bem planejadas e equipadas forem as cidades, melhor será a qualidade de vida dos seus cidadãos, e a habitabilidade dessas unidades territoriais tenderá a se aproximar dos padrões de sustentabilidade urbana, expressas em sua representação tecnomaterial, *locus* da qualidade de vida e o espaço das políticas públicas (ACSELRAD, 2009).

Nesta linha a pontuação do IMU na escala 45,0 pontos, nível de habitabilidade regular, faixa amarela, demonstra uma distância dos padrões ideais de habitabilidade urbana na zona de expansão dos grandes empreendimentos, isto é, a habitabilidade, quanto a mobilidade urbana e a infraestrutura que dá suporte, do Distrito Industrial de Barcarena está próxima aos níveis críticos, o que significa, habitar-se um ambiente intraurbano que não atende aos direitos socioambientais dos seus moradores.

Na prática isso se reflete em espaços intraurbanos de aspecto deteriorado, com vias de acesso sem um *design* paisagístico agradável que reporte ao aflorar de sensibilidades positivas, em se caminhar pelas ruas e se desfrutar de um ambiente acolhedor, em se ter a alegria de residir num envoltório urbano ordenado para atender as necessidades de habitação do cidadão da urbe. Ao contrário a sociedade dispõe de um espaço desordenado, com vários obstáculos, com fachadas das edificações degradadas, com equipamentos urbanos que não atendem as necessidades da população. Ao contrário, tem-se um espaço urbano cercado pela desestruturação dos seus equipamentos urbanos.

A configuração desses espaços é tomada pela improvisação urbanística, pela inadequação de calçadas, por ruas sem pavimentação, por buracos que tomam a cena e se tornam parte natural da paisagem urbana, reproduzindo uma sensação de impotência na população, levando-a a perigosa aceitação em não ter direito a um ambiente urbano sustentável que expresse a satisfação de se habitar a cidade como espaço da reprodução

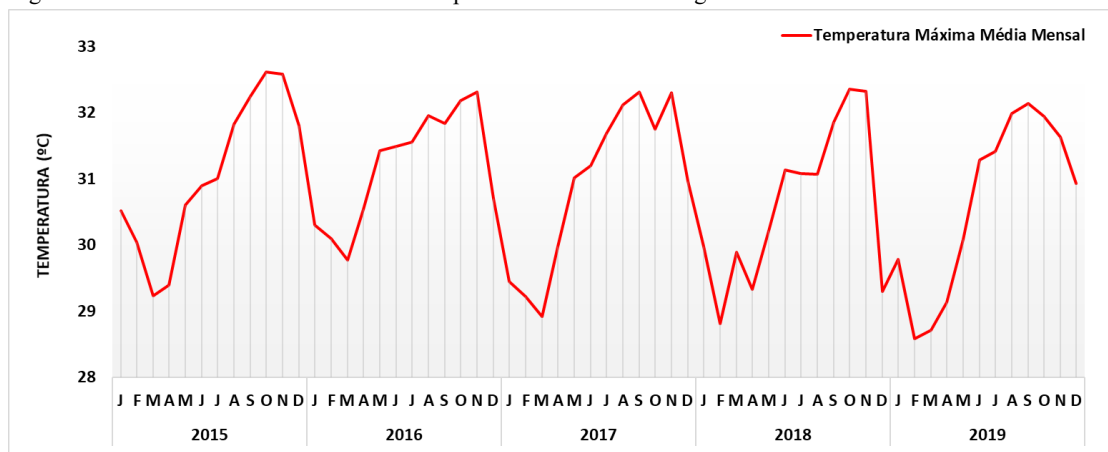
da cidadania, isto é, seu direito socioambiental urbano é destituído e transformado em privilégio de poucos (CUNHA, 2011).

Neste contexto a ambiência urbana tem limitada a sua funcionalidade e os territórios intraurbanos se tornam espaços da desigualdade socioambiental. Como evidência disso a mobilidade urbana frustra os habitantes da urbe, e no caso dos distritos no entorno dos grandes empreendimentos, essa frustração se materializa no sistema de transporte que não atende à demanda da mobilidade, visto apresentar inúmeras inconsistências em sua logística, com ônibus funcionando precariamente que trafegam por ruas sem pavimentação asfáltica, sem sinalização e pouca iluminação noturna, além de não organizarem os horários nos seus trajetos. Os moradores dos distritos do entorno industrial de Barcarena ficam à mercê da precariedade na mobilidade urbana.

Nisto a variável transporte coletivo (*TC*), com pontuação 45,0 pontos, torna a rotina urbana, nesta faixa equatorial, extremamente desgastante, posto acrescentar-se a espera para ir ao trabalho ou a outra atividade da urbe, os fatores climáticos e seus impactos sobre o meio, como o calor intenso, a precipitação constante, a poeira de ruas não pavimentadas, a assimetria das ruas e o estresse por se aguardar prolongadamente o transporte coletivo.

Esse somatório de fatores desfavoráveis consomem a autoestima dos habitantes do Distrito Industrial de Barcarena, e impactam na sua qualidade de vida. E ao adentrarem no coletivo enfrentam ônibus mal cuidados, com assentos deteriorados, odores desagradáveis e forte exposição ao calor periodicamente como indica a Figura 2, que indica picos de calor, com média de 31° a 33° C, ao longo do período de 2015 a 2019, principalmente, nos meses de agosto a dezembro, revelando as condições térmicas extremas que colaboram para uma habitabilidade em curva descendente.

Figura 2 – Variabilidade mensal média da temperatura máxima do ar registrada entre os anos de 2015 à 2019.



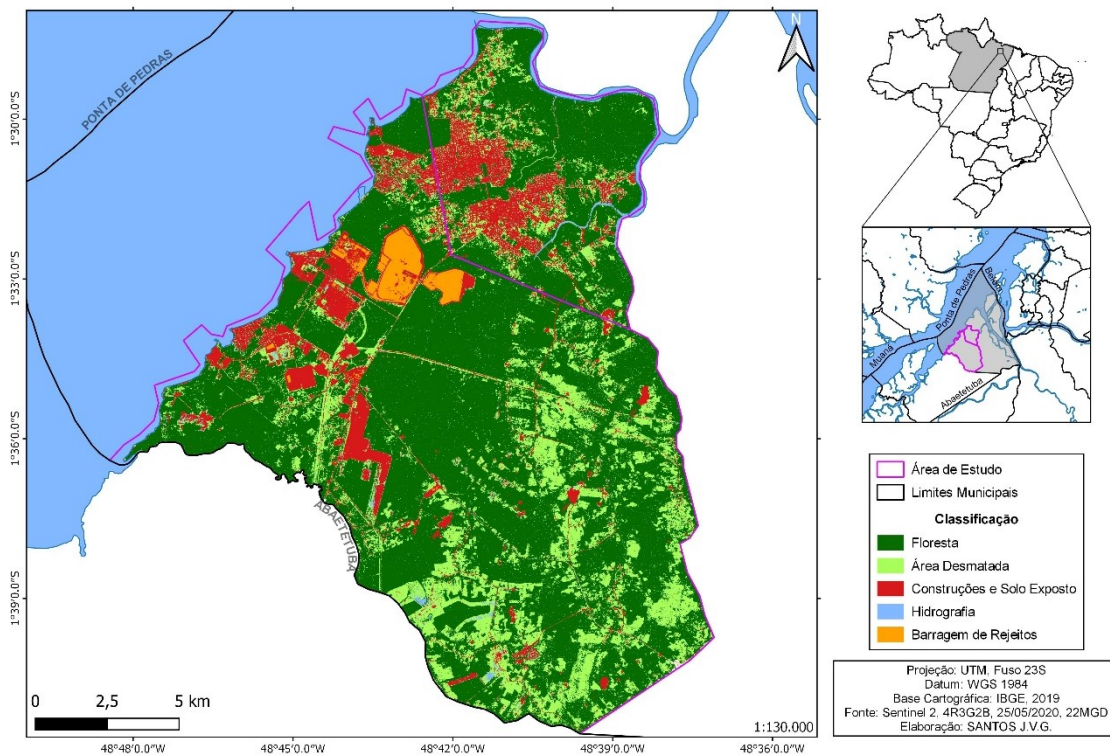
Fonte: Produzido pelo autor através de ECMWF/ERA5 (2020).

À essa rotina adversa acrescenta-se a precariedade de trechos de calçadas com deficitária adequação projetual, impondo-se barreiras principalmente para idosos, cadeirantes e outras pessoas com limitações físicas. Sendo que esse empecilho para a acessibilidade não se limita a pequenos trechos de vias urbanas, mas evidencia-se em extensas faixas de vias nesta urbe amazônica. Além do que a população ao longo dessas vias está exposta à insolação constante, visto não haver uma arborização contínua.

Este quadro socioambiental expõe as limitações na arborização das vias intraurbanas da zona do polo industrial de Barcarena, negando à população o direito ao conforto térmico do ambiente urbano, mesmo que a temperatura à sombra reduza poucos graus em relação à condição de se estar recebendo radiação direta do sol, sente-se conforto por não se receber radiação direta. Há um alívio na sensação extrema de calor ao se ter a proteção arbórea. A própria arborização de vias pode amenizar o processo de aquecimento, pela capacidade que a vegetação tem de interceptar a radiação solar (MELO; UENO, 2013).

Para ilustrar esta condição socioambiental que interfere na habitabilidade relativa ao verde urbano descrevemos o dimensionamento da extensão da cobertura vegetal da zona de expansão do Polo Industrial de Barcarena na Figura 3.

Figura 3 – Mapa de uso e ocupação do solo dos Distritos de Vila do Conde e Murucupi, Barcarena-Pará.



Fonte: Base Cartográfica do IBGE e Pesquisa de Campo (2020).

A Figura 3 evidencia que a zona de expansão dos Grandes Empreendimentos não apresenta traços arbóreos significativos. Esta mensuração é confirmada pelo IBGE (2020) que indica percentual 7,8% de arborização de vias em Barcarena, o que em termos de extensão espacial é insignificante e traça um perfil paisagístico similar a um deserto.

Na Tabela 2 listamos a extensão das classes de uso do solo na zona de expansão dos Grandes Empreendimentos minero-metalúrgicos.

Tabela 2 – Extensão e usos do solo nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde por classe (km²) – ano 2020.

CLASSES	2020
Vegetação	168,0
Área Desmatada	48,8
Área Urbana e Solo Exposto	34,9
Água	14,1
Barragem de Rejeitos	4,0

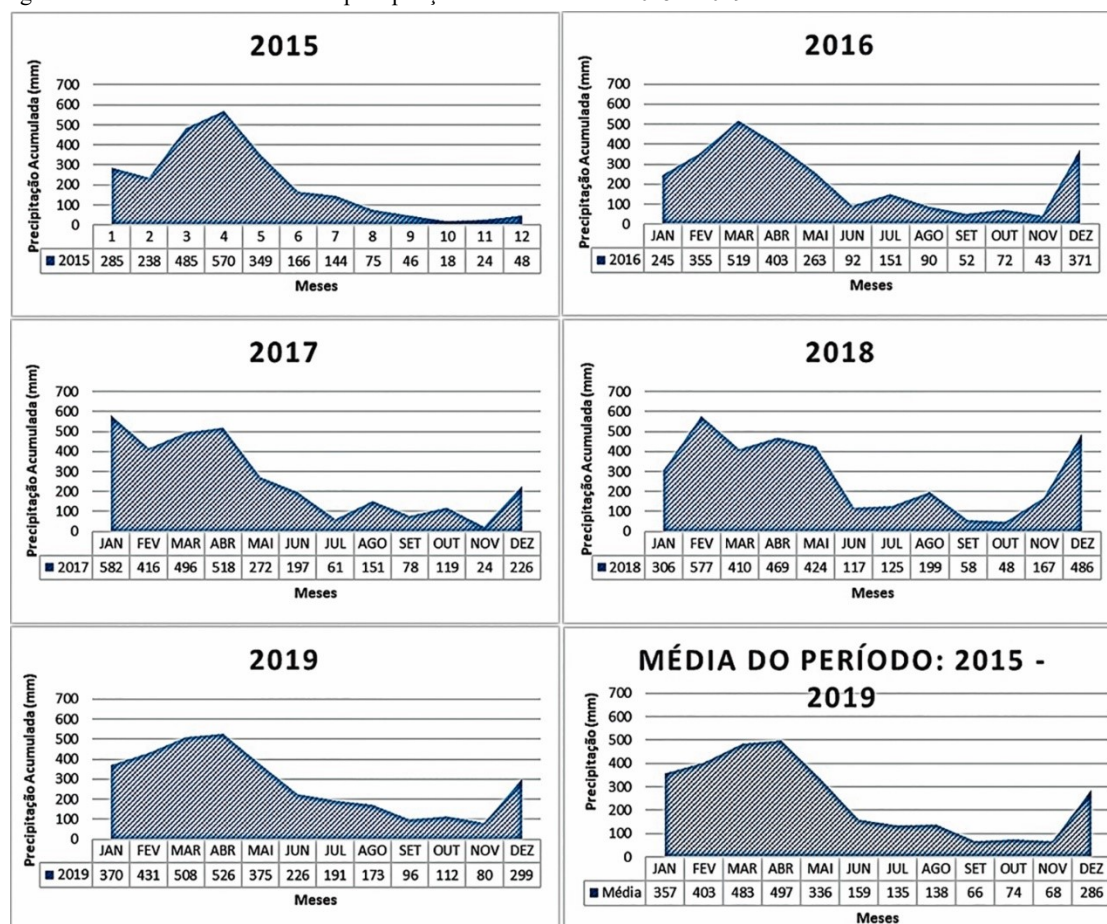
Fonte: Elaborado pelo autor.

A extensão da área urbana e o solo exposto de 34,9 km² correlacionados com as áreas verdes nos corredores intraurbanos do entorno industrial, tem-se o quantitativo de 2,72 km² de área verde intraurbana, o que demonstra a fragilidade da estrutura de arborização do Distrito Industrial de Barcarena, que não atende as exigências mínimas recomendadas para se ter um grau de conforto término nesta faixa intraurbana (SCHMITZ, 2014). E isso impacta negativamente em sua habitabilidade urbana, expondo a população aos rigores térmicos ainda maiores nesta faixa equatorial.

Neste sítio intraurbano as habitações que completam a sua estrutura não são beneficiadas por temperaturas amenas, pois a ausência de coberturas verdes nas proximidades torna os efeitos climáticos térmicos no interior das moradias extremamente desconfortável. Visto que a casa enquanto abrigo deve perfazer várias exigências, entre elas, as relações familiares e a manutenção da existência dos seus habitantes, e ambientes desconfortáveis termicamente quebram a harmonia afetiva das relações sociais (BRASIL, 2013).

Nesse rol das adversidades socioambientais elencadas adiciona-se a variável climática das precipitações extremas, como indica a Figura 4, ocorridas periodicamente nos meses de dezembro a maio na urbe de Barcarena que agravam certos obstáculos e inconvenientes, por não haver pavimentação asfáltica (BARCARENA, 2018), os períodos chuvosos tornam as vias repletas de lama e buraqueira, e nos períodos de menores precipitações as ruas ficam empoeiradas, prejudicando o cotidiano das populações residentes desta faixa intraurbana.

Figura 4 – Variabilidade mensal da precipitação entre os anos de 2015 à 2019.



Fonte: Produzido pelo autor através de (CHIRPS, 2020).

Este conjunto assimétrico da habitabilidade urbana expressa pelo transporte coletivo precário, arborização deficitária e ruas sem pavimentação configuram uma paisagem urbana que não desempenha suas funções socioambientais, dentre elas proporcionar bem estar e condições de habitabilidade, que exerce influência direta na qualidade de vida das populações do Distrito Industrial de Barcarena.

4.3.2.2 O risco de desastres e os serviços de utilidade pública: a habitabilidade sob ameaça

4.3.2.2.1 O risco de desastres: retrospectiva e impactos ambientais na habitabilidade

A zona de expansão do polo industrial de Barcarena está sob constante risco de ocorrência de desastres ambientais, o que desencadeia uma variedade de condições adversas no ambiente urbano, como: a) contaminação de mananciais, b) contaminação dos solos, c) poluição do ar, d) ameaça à saúde da população, c) ameaça à vida da fauna e flora, e) percepção de risco constante, f) transtorno do estresse pós-traumático, g) tensão nas relações entre os atores sociais urbanos. E a lista se avoluma a cada novo desastre

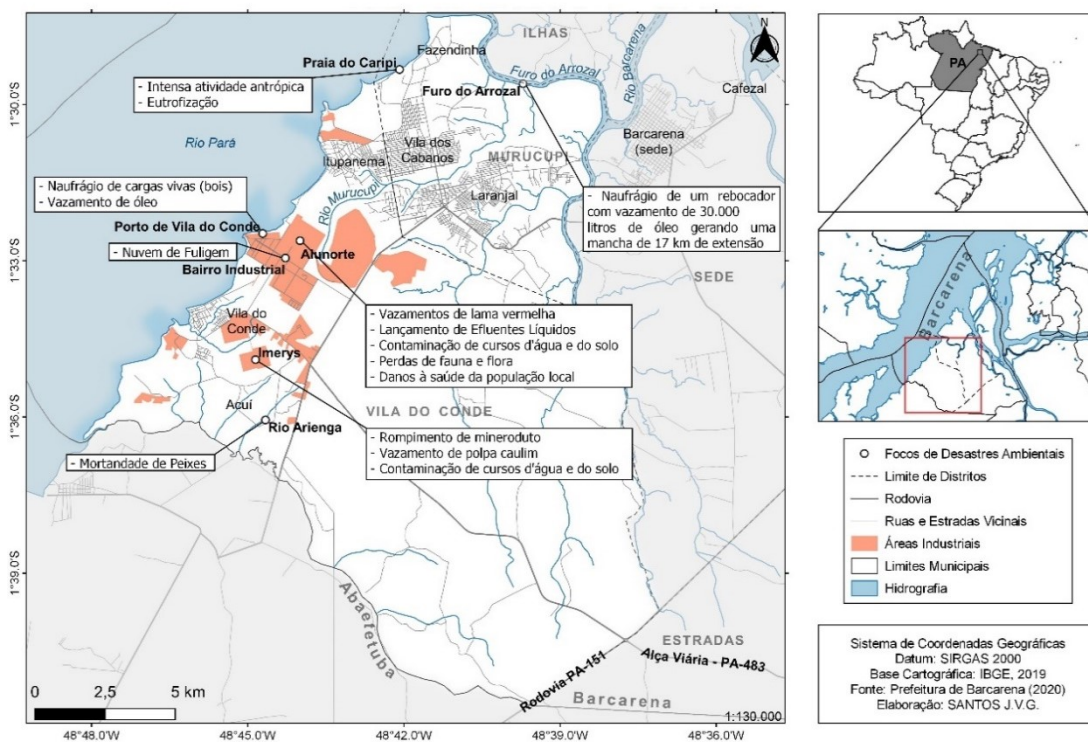
ambiental e se soma aos efeitos adversos anteriores, que permanecem a impactar em todo o ambiente construído e no ecossistema natural (AVELAR; ANDRADE, 2020).

Este cenário permanente de desastres ambientais expõe a população a uma condição de alerta contínua alimentada pela possibilidade quase que inevitável de novos desastres ambientais. A variável área de risco (AR), pontuação 40,0 pontos, nível regular, tem como significado elevado potencial para a ocorrência de novos desastres ambientais com efeitos danosos sobre a biota e a população.

Esses efeitos comprometem severamente os ambientes urbanos e naturais que já estão sob forte pressão causada pelos eventos sinistros passados, pois não se teve lapso temporal capaz de sanar as perturbações socioambientais provocadas pelos desastres já ocorridos. Configurando-se uma gravidade contínua, pois os agentes poluidores permanecem ativos nos ambientes naturais e construídos no entorno dos Grandes Empreendimentos minero-metalúrgicos dessa faixa urbana amazônica (COELHO, 2017).

Este cenário de incerteza também adoce a população que vive sob os fortes efeitos psíquicos e biológicos nocivos contínuos dos desastres ambientais pretéritos (STEINBRENNER et al., 2020; CARMO, 2020), especificamente as comunidades atingidas que se veem permanentemente diante das memórias dos eventos ambientais catastróficos ocorridos como busca-se evidenciar na Figura 5.

Figura 5 – Mapa da localização e da frequência dos desastres ambientais ocorridos na zona de expansão do Polo Industrial de Barcarena, Pará.



Fonte: Base Cartográfica do IBGE e Pesquisa de Campo (2020).

A Figura 5 desenha um ambiente urbano que está incessantemente sob a marca dos riscos de novos desastres ambientais. Sendo que o quantitativo desses desastres ambientais que ocorreram na zona de expansão dos Grandes Empreendimentos Industriais em Barcarena, nos anos 2000 a 2018, somam a preocupante marca de vinte e cinco eventos de sinistro ambiental (MPF, 2016; IEC, 2018).

Esta marca perigosa apresenta um dado a ser considerado que corresponde a frequência com que ocorrem os desastres ambientais, estimada nesta pesquisa em 1 (um) evento sinistro de desastre ambiental em menos de um ano ao longo do período referenciado, 2000 a 2018, como expresso a seguir: 0,72 evento/ano.

Esta frequência indica que os espaços intraurbanos e as áreas de ecossistemas naturais estão sob forte pressão predatória, posto haver um curto lapso temporal entre um desastre e outro, que ameaça a estabilidade das relações e interações socioambientais e ecológicas nos nichos sociais, no que se refere às comunidades dos aglomerados subnormais, das áreas quilombolas-indígenas e das faixas ribeirão-agroflorestais.

E os nichos ecológicos naturais tornaram-se depósitos dos rejeitos contaminantes dos efluentes despejados ao longo desses 20 anos de calamidades ambientais, que desequilibram a cadeia trófica, pois os peixes e a água se tornam fatores de riscos para toda a comunidade biótica, incluindo as populações ribeirinhas e urbanas, pois se alimentam com o pescado e consomem a água dos rios e do subsolo (COELHO et al., 2017; LOBATO et al., 2021).

A carga de contaminantes estabelece como um de seus impactos a queda na habitabilidade das áreas no entorno dos Grandes Empreendimentos, pois residem numa faixa territorial de extremo risco de desastres ambientais e todos os seus efeitos nocivos, põem em risco não apenas a qualidade socioambiental, mas a vida das populações desta unidade urbano-industrial.

4.3.2.2.2 Serviços de saúde: proteção (bem-estar) e habitabilidade

Os serviços públicos na saúde são variáveis essenciais no arranjo funcional dos ambientes urbanos, visto estabelecerem uma rede complexa de proteção em aspectos fundamentais do cidadão da urbe, que se referem a manutenção da vida nos seus mais amplos aspectos e também se integram as condições de habitabilidade.

O IS atingiu pontuação de 50,4 pontos estando na escala de habitabilidade no nível regular, que pode expressar inúmeras vulnerabilidades no sistema de atendimento à saúde. E para melhor interpretar o IS de Barcarena concernente ao entorno dos Grandes

Empreendimentos minero-metalúrgicos, elaboramos a Tabela 3 com a descrição do tipo de unidade, quantitativo e serviços de atendimento à saúde.

Tabela 3 – Nº de unidades de Saúde em Barcarena

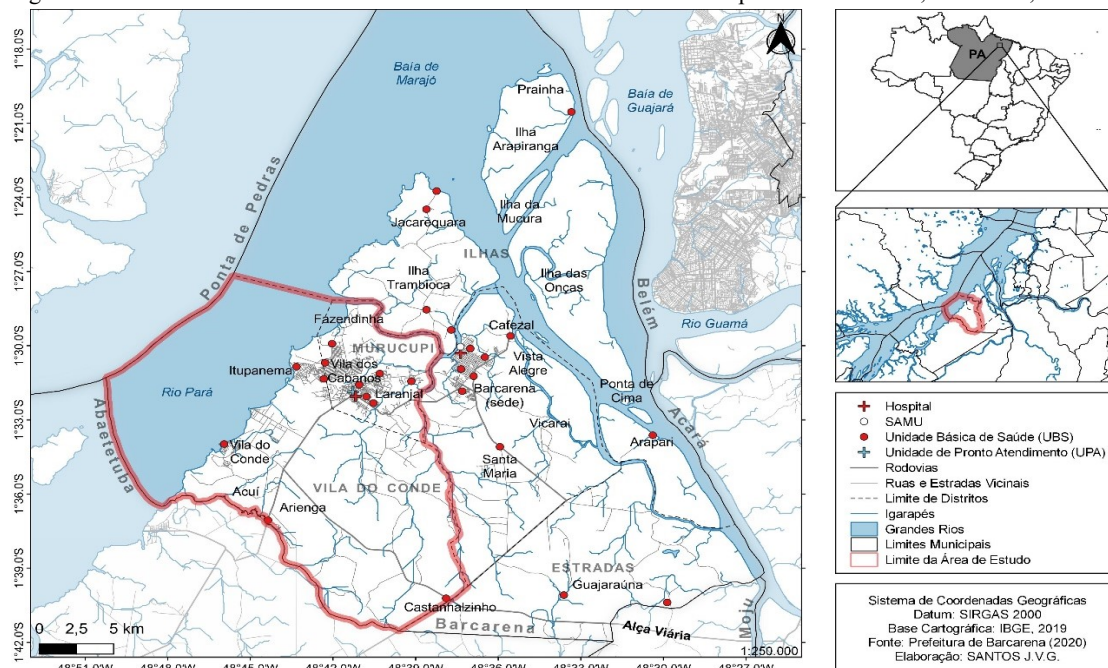
Descrição	Nº de Unidades	Serviços
UBS	20	Atendimento médico e de enfermagem
UPA	1	Atendimento médico em qualquer situação de Urgência/Emergência
HOSPITAL	2	Materno-infantil: Possui 49 leitos, sendo desses; 23 leitos destinados à Clínica Obstétrica, 16 à Clínica Pediátrica e 10 à Clínica Cirúrgica. Serviços de Urgência e Emergência Obstétrica. Urgência e Emergência de pequena e média complexidade.

Fonte: Elaborado através de Barcarena (2020).

O IS com grid de 50,4 considerou como elemento significativo a distância das moradias em relação a unidade de serviço e a especialidade do serviço disponível. No entanto entendemos que existem outros elementos do perfil do serviço de saúde que importam na qualidade do atendimento em cada especificidade do serviço prestado. Ressaltam-se que os informantes, no que se refere a saúde, elogiaram os serviços de urgência e emergência, declarando que: o atendimento foi excelente, não houve demora, a infraestrutura dos espaços utilizados é boa, e os profissionais envolvidos no atendimento são competentes e atenciosos.

Para melhor analisar o IS configuramos a cobertura espacial das Unidades de Saúde dos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, que são a zona de expansão dos Grandes Empreendimentos minero-metalúrgicos. Assim podemos observar que há vários pontos de atendimento de saúde e suas especialidades descritos na Figura 6.

Figura 6 – Área de cobertura das unidades de saúde nos distritos do Murucupi e Vila do Conde, Barcarena, Pará.

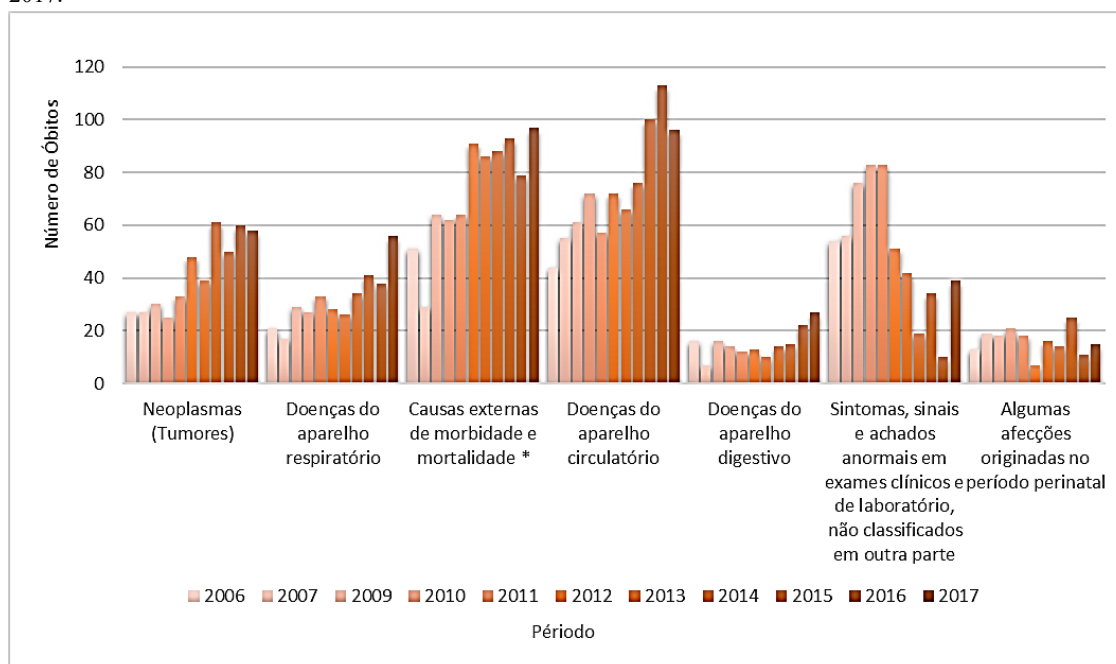


Fonte: Elaborado pelo autor através de Barcarena (2020).

Essa espacialidade denota que existe uma cobertura significativa das unidades de serviços de saúde nos Distritos do entorno industrial, o que contribui para uma condição de habitabilidade mais satisfatória, neste seguimento, pois a população ao apresentar certos acometimentos ou emergências de saúde poderá ter a assistência adequada e os encaminhamentos devidos para os casos mais complexos.

O IS não dispôs do número de atendimentos, bem como outras variáveis, por isso, fez-se a correlação entre a disponibilidade espacial dos serviços de atendimento e sua especialidade. Foi elaborado a Figura 7 que dispõe das causas de óbitos em Barcarena conforme morbidade em uma sequência histórica de 2006 a 2017 para fornecer um perfil dos prováveis impactos do sistema de serviço de saúde ocasiona sobre a habitabilidade. Pois mesmo havendo um número significativo de unidades de atendimento de saúde, não se tem capacidade de impedir a ocorrência de óbitos com maior frequência, posto que um paciente que apresente diagnóstico de neoplasma, 458 óbitos, inevitavelmente deverá ser transferido para um município que disponha dessa especialidade.

Figura 7 – Total anual de óbitos, por tipo de morbidade, ocorridos no município de Barcarena entre os anos de 2006 à 2017.



Fonte: Organizado pelo autor através de (IBGE, 2020).

* As causas externas são traumatismos, lesões ou quaisquer outros agravos à saúde – intencionais ou não – de início súbito e como consequência imediata de violência ou outra causa exógena. Neste grupo, incluem-se as lesões provocadas por eventos no transporte, homicídios, agressões, quedas, afogamentos, envenenamentos, suicídios, queimaduras, lesões por deslizamento ou enchente, e outras ocorrências provocadas por circunstâncias ambientais (mecânica, química, térmica, energia elétrica e/ou radiação) Secretaria da Saúde do Estado da Bahia (Sesab, 2020).

Mesmo havendo um serviço efetivo de saúde o total de óbitos anuais, 804 óbitos de 2006 a 2017, é significativo quanto as questões que envolvem múltiplos fatores (causas externas), podendo ser o meio físico, contaminações, violência; e o sistema de saúde deve

estar pronto para atender essas demandas e emergências. Mas nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde às unidades de saúde, pela especialidade destacada, não dispõe de serviços com especialidades para comorbidades mais complexas, como os sintomas, sinais e achados anormais em exames clínicos e de laboratório, não classificados em outra parte, 547 óbitos ao longo do período (2006-2017).

A figura 7 revela uma curva ascendente de óbitos que estão conectados ao que podemos denominar de doenças urbanas ou doenças potencializadas pelos problemas ambientais urbanos, como as doenças do aparelho respiratório que ao longo do período 2006 a 2017 somou 350 óbitos. E a OMS (2018) estimou que cerca de sete milhões de pessoas morrem a cada ano devido à exposição a partículas finas em ar poluído. E o núcleo industrial de Barcarena integra este anticlímax socioambiental, pois os Grandes Empreendimentos ejetam cargas de gases poluentes e a população residente em seu entorno está sujeita aos efeitos danosos desses gases.

Portanto os serviços públicos de saúde da faixa de expansão dos Grandes Empreendimentos necessitam de suporte especializado para lidar com doenças altamente complexas, como as doenças do aparelho circulatório, 812 óbitos, doenças do aparelho digestivo, 166 óbitos, e outras tipologias obituárias, que necessitam na fase de tratamento da comorbidade atuações por competência de cada unidade de saúde, e não havendo o atendimento nesses níveis a tendência é a continuação da ascendência da curva de óbitos nos grupos populacionais que residem no entorno dos Grandes Empreendimentos sediados no Distrito Industrial de Barcarena. Mantendo o IS na faixa regular ou a ocorrência de queda para patamares críticos, e seus impactos implicarão direta e indiretamente na habitualidade dessas unidades urbanas.

4.3.2.2.3 O IHU e a qualidade socioambiental

Ao estabelecermos a agregação dos indicadores que compõem o índice de habitabilidade urbana temos o produto 45,13 pontos, que na sua totalidade exprime uma realidade urbana de espaços e serviços que sofrem com a desarticulação e pressões extremas dos impactos e desastres ambientais, e por isso não atendem as necessidades do cidadão desta cidade amazônica.

Têm-se direitos negados ou retirados no que concerne a habitabilidade, e isso agrava a segregação socioambiental, nesses recortes urbanos, pressionando as populações na sua qualidade de vida. E continuadas essas condições adversas na zona de expansão dos Grandes Empreendimentos mínero-metalúrgicos, a habitabilidade continuará em curva descendente, pressionando para baixo a qualidade socioambiental das populações

dos aglomerados subnormais, dos territórios quilombolas-indígenas e das faixas ribeirinho-agroflorestais.

Portanto as variáveis da habitabilidade elencadas, estimadas e analisadas neste estudo, o TC, o AR e o IS caracterizam um ambiente intraurbano com traços de degradação, limitações nos serviços de saúde, contaminações dos ambientes naturais que se somam e ameaçam o equilíbrio natural, a saúde e o bem estar da população moradora da zona de expansão dos Grandes empreendimentos mínero-metalúrgicos. Ou seja, a habitabilidade dos aglomerados subnormais, das terras quilombolas-indígenas e das faixas agroflorestais está em xeque, e se constitui em ameaça à vida dessas populações.

4.4 Conclusões

As primeiras cidades amazônicas foram erguidas para simbolizar a conquista europeia sobre as terras ao norte do Brasil como parte da empresa colonizadora portuguesa que se expandia no sentido norte-oeste tendo como força motriz produtiva a perspectiva e a certeza de incontáveis riquezas a serem descobertas e agregadas à Metrópole Portuguesa como parte das relações de controle e dependência coloniais.

Esse modelo didático e agressivo de exploração continuou a operar ainda em meados do século XX, e perdura até os dias atuais, quando os Grandes Empreendimentos se estabeleceram em solo amazônico tendo como uma de suas bases produtivas a cidade de Barcarena. Suas instalações continuam a simbolizar as relações de controle e dependência sob modernas formas de colonização, isto é, o controle do mercado internacional sobre os territórios amazônicos e suas populações.

Essa relação de controle e submissão produtivas geradas pelos Grandes Empreendimentos mínero-metalúrgicos sediados no sítio urbano de Barcarena se reflete na geração de espaços de exclusão socioambiental marcados pela desarticulação dos ecossistemas naturais e pelo assolamento das comunidades localizadas nos aglomerados subnormais, territórios quilombolas-indígenas e faixas agroflorestais ribeirinhas.

Os impactos socioambientais desses grandes empreendimentos se manifestam em toda a cadeia da vida socioterritorial dessas comunidades, sendo que um dos seus elos afetados é a habitabilidade, e que neste trabalho englobou a dimensão urbano-agroflorestal, especificamente a zona de expansão do Polo Industrial de Barcarena, delimitada pelos Distritos de Vila do Conde e Murucupi.

Portanto este trabalho buscou descrever e analisar as variáveis que geram os indicadores de habitabilidade urbana nos bairros do Distrito Industrial de Barcarena com o objetivo de estimar a qualidade socioambiental da área de expansão dos Grandes

Empreendimentos mínero-metalúrgicos, ou seja, verificar qualitativa e quantitativamente as condições de habitação das populações residentes nesta faixa intraurbana industrial, envolvendo não apenas a moradia em si, mas as condições em que ela se encontra e o meio em que está inserida, mais os serviços que atendem as populações dos territórios quilombolas-indígenas, os aglomerados subnormais e as terras agrossilvícolas.

A habitabilidade da zona industrial de Barcarena e sua área de expansão estão sob forte pressão dos impactos e desastres ambientais e os indicadores tornaram possível estabelecer uma análise sobre os seus efeitos nocivos à qualidade socioambiental das áreas afetadas pela atividade mínero-metalúrgica e sua afiliação produtiva.

Esperamos que este trabalho possa contribuir com mais uma análise que evidencie os ditames dos impactos e desastres ambientais provocados pelos Grandes Empreendimentos mínero-metalúrgicos que degradam perigosamente as áreas urbanas e naturais em todo o seu entorno, e se estabeleçam caminhos para as resoluções desses danos ao meio natural e construído.

Referências

ACSELRAD, Henri (org.). **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

AL-THANI, Soud K.; AMATO, Alexandre; KOÇ, Muammer; AL-GHAMDI, Sami G. Urban sustainability and livability: an analysis of doha's urban-form and possible mitigation strategies. **Sustainability**, v.11, n.3, p. 786. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11030786>. Acesso em: 16 nov. 2019.

AMANAJÁS, Roberta; KLUG, Letícia. Direito à cidade, cidades para todos e estrutura sociocultural urbana. *In*: COSTA, Marco Aurélio; MAGALHÃES, Marcos Thadeu Queiroz; FAVARÃO, Cesar Buno (orgs.). **A nova agenda urbana e o Brasil: insumos para sua construção e desafios a sua implementação**. Brasília,DF: Ipea, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8622>. Acesso em: 09 jun. 2021.

ARAÚJO, Marley Rosana Melo de; OLIVEIRA, Jonathan Melo de; JESUS, Máisa Santos de; SÁ, Nelma Rezende de; SANTOS, Párbata Araújo Côrtes dos; LIMA, Thiago Cavalcante. Transporte público coletivo: discutindo acessibilidade, mobilidade e qualidade de vida. **Psicologia & Sociedade**, v.23, n.3, p. 574-582, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-71822011000300015>. Acesso em: 22 dez 2020.

AVELAR, Marcio dos Santos; ANDRADE, Milena Marília Nogueira de. Vulnerabilidade das populações à acidentes com barragem de caulim: estudo de caso em Barcarena (Pará). **International Journal of Development Research**, v.10, n.08, p. 38671-38675, 2020. DOI: <https://doi.org/10.37118/ijdr.19579.08.2020>. Acesso em: 07 mar 2021.

BAHIA. Secretaria de Saúde – Sesab. Causas externas. **Portal online**, Salvador, Disponível em: <http://www.saude.ba.gov.br/suvisa/vigilancia-epidemiologica/causas-externas-2/>. Acesso em: 19 jul. 2020.

BARCARENA. **Plano municipal de habitação de interesse social**. Barcarena, Pará, 2018 Disponível em: https://www.barcarena.pa.gov.br/portal/arquivo/procuradoria/57_PLANO_DE_HABITAO_DE_INTERESSE_SOCIAL_ANO_2018.pdf. Acesso em: 09 jun. 2021.

BARCARENA. **Plano plurianual de Barcarena**. Barcarena, Pará, 2018. Disponível em: https://barcarena.pa.gov.br/portal/arquivo/procuradoria/93_PPA_20142017_LEI_SANCIONADAPUBLICAO.pdf. Acesso em 19 jul. 2020.

BARCARENA. **Carta de serviços**. [S.l.]: Secretaria Municipal de Saúde. Disponível em: http://barcarena.pa.gov.br/portal/arquivo/carta_servi%C3%A7os/Carta-de-servicos-semusb.pdf. Acesso em 20 jan. 2021.

BRASIL. **Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde**. Brasília, DF: Secretaria de Atenção à Saúde, 2021. Disponível em: http://cnes2.datasus.gov.br/Listar_Mantidas.asp?VCnpj=05058458000115&VEstado=15&VNome=SECRETARIA%20MUNICIPAL%20DE%20SAUDE%20DE%20BARCARENA. Acesso em 12 jan. 2021.

BRASIL. **Cidades** - Barcarena. Brasília,DF: IBGE, 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/barcarena/pesquisa/17/15752?localidade1=150140>. Acesso em 20 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Economia. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. **Atlas da violência**. Brasília,DF: 2020. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/wp-content/uploads/2020/08/atlas-da-violencia-2020.pdf>. Acesso em 11 mar. 2021.

BRASIL. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República Direito à moradia adequada. – Brasília: Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, **Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos**, 2013. 76 p. Disponível em: https://urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/DH_moradia_final_internet.pdf. Acesso em: 20 jun 2021.

CARMO, Monique Bruna Silva, COSTA, Sandra Maria Fonseca da. Os paradoxos entre os urbanos no município de Barcarena, Pará. **URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), v.8, n.3, p. 291-305, set./dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.008.003.AO01>. Acesso em: 12 maio 2021.

CARMO, Eunapio Dutra do. Contrainformação e conhecimento emancipatório como práticas educativas no enfrentamento da economia de desastres da mineração em Barcarena (PA). **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais – RBHCS**, v. 12, n. 23, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/rbhcs.v12i23.11183>. Acesso em: 12 maio 2021.

CASTRO, Edna; HURTIENNE, Thomas; SIMONIAN, Ligia; FENZL, Norbert (orgs.). **Atores sociais, trabalho e dinâmicas territoriais**. Belém: NAEA/UFGPA, 2007.

CHIRPS: Estimativas de precipitação a partir de pluviômetro e observações de satélite. **Climate Hazards Center**, 2020. Disponível em: <https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/>. Acesso 15 mar 2021.

CHIVOT, Eline. Livability and Sustainability in large urban regions: the hague centre for strategic studies (HCSS) and TNO. **Strategy Change Vision Paper**, 2011. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/bbd4/49dfe6ed1c7c4dc1f518dcec809cfef33620.pdf>. Acesso em 14 nov. 2020.

COELHO, Maria Célia Nunes; WANDERLEY, Luiz Jardim; GARCIA, Tomás Coelho; BARBOSA, Estêvão José da Silva. Regiões econômicas minero-metalúrgicas e os riscos de desastres ambientais das barragens de rejeito no Brasil. **Revista da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia** (Anpege), v.13, n.20, p.83-108, jan./abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5418/RA2017.1320.0005>. Acesso em: 09 maio 2021.

CUNHA, Belinda Pereira da. **Direito ambiental**: doutrina, casos práticos e jurisprudência. São Paulo: Alameda, 2011.

FLORIANÓPOLIS. **Monitoramento das ações da política habitacional de Florianópolis**. Florianópolis, 2007. (Relatório Final. Produto 4). Disponível em: http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/18_06_2010_15.55.43.f8c66dbc74c0ce5454de3353129c19e4.pdf. Acesso em: 09 ago. 2019.

FRIZZI, Guilherme; PINHO, Carolina Moutinho Duque de. Índice de acesso à moradia digna: construção metodológica e resultados para o município de Santo André, SP. *In*: ENANPUR, 18., Natal, 2019. **Anais[...]** Natal: [s.n], 2019. Disponível em: <http://anpur.org.br/xviiienanpur/anaisadmin/capapdf.php?reqid=775>. Acesso em: 24 set. 2019.

FUNK, C. PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J. The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, n°. 150066, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>. Acesso em: 11 maio 2021.

GRÁFICOS de previsão e dados. **Era5/ECMWF**, 2020. Disponível em: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5/>. Acesso em: 18 mar 2021.

HALL, Antony L. **Amazônia**: desenvolvimento para quem? Desmatamento e conflito social no Programa Grande Carajás. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1991.

HAZEU, Marcel Theodoor; RODIRGUES, Jondison Cardoso. Capitalismo financeirizado e acumulação por despossessão na Amazônia: a mineradora Imerys em Barcarena, Nordeste do Pará, 2019. **Revistafoz**, Foz São Mateus –ES, v. 2, n. 1, p. 86-119. Disponível em: <https://revista.ivc.br> >. Acesso em: 09 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Síntese de indicadores sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE. Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101629.pdf>. Acesso em: 21 set. 2019.

INSTITUTO EVANDRO CHAGAS-IEC. **Relatório** 003/2018. Seção de Meio Ambiente (SAMAM). Ananindeua-PA, 2018.

KATSANOS, Dimitrios; RETALIS, Adrianos; MICHAELIDES, Silas. Validação de um banco de dados de precipitação de alta resolução (CHIRPS) em Chipre por um período de 30 anos. **Atmospheric Research**. Volume 169, Part B, 1 de março de 2016, p. 459-464. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.05.015>. Acesso em: 02 jan 2021.

LOBATO, Flavio Henrique Souza; DANTAS, Herbert Emanuel Freitas; TRINDADE, Gabriela Marina Silva; OLIVEIRA, Juliana Lopes de; SOUSA, Mônica do Socorro Fonseca; ALMEIDA, Neila de Jesus Ribeiro. Desastres tecnológicos e ambientais na Comunidade Bom Futuro, Barcarena (PA): uma análise regressiva dos impactos. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema/AL, v. 6, n. 2, p.2040-2057, 2021. DOI: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i2-1435>. Acesso em: 06 maio 2021.

MARCOVITCH, Jacques. **A gestão da Amazônia** – ações empresarias, políticas públicas, estudos e propostas. 1ª edição. São Paulo: Editora da USP, 2011.

MATHIS, Armin; COELHO, Maria Célia; SIMONIAN, Ligia; CASTRO, Edna (orgs). **Poder local e mudanças socioambientais em Barcarena**. Belém: NAEA/UFPA: 2007.

MATHIS, Adriana de Azevedo; NASCIMENTO, Maria Antônia Cardoso do; NASCIMENTO, Nádia Socorro Fialho; GOMES, Vera Lúcia Batista. Desenvolvimento, neodesenvolvimentismo e impactos sobre o trabalho na Amazônia brasileira. **Novos Cadernos NAEA**, v. 19 n. 1, p. 237-252, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/2490/3184>. Acesso em: 10 jun 2021.

MELO, Francisco de Assis Cruz; UENO, Mariko. Caracterização e modelagem de indicadores de qualidade ambiental urbana integrada e aplicação à Vila Habitacional União, bairro da Terra Firme, Belém, Pará. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 8, p. 200-220, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1372>. Acesso em: 12 maio 2019.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL-MPF. **Laudo técnico** nº 001/2016 – Seap. Barcarena, 2016. Disponível em: http://bibliotecadigital.mpf.mp.br/bdmpf/bitstream/handle/11549/153790/laudo_barcarenafinal.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 01 dez 2020.

NASCIMENTO, Nádia Socorro Fialho; HAZEU, Marcel Theodoor, 2015. Grandes empreendimentos e contradições sociais na Amazônia: a degradação da vida no município de Barcarena, Pará. **Argumentum**, Vitória (ES), v. 7, n. 2, p. 288-301. DOI: <http://dx.doi.org/10.18315/argumentum.v7i2.10533>. Acesso em: 09 abr 2021.

NAHUM, João Santos. Usos do território, modernização e ações políticas conservadoras em Barcarena-PA. **Geosul**, Florianópolis, v. 23, n. 45, p 65-84, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2008v23n45p65>. Acesso em: 09 abr 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE-OMS; ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE-OPAS. **Nove em cada dez pessoas em todo o mundo respiram ar poluído**. São Paulo, 2018. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5654:nove

-em-cada-dez-pessoas-em-todo-o-mundo-respiram-ar-poluido&Itemid=839. Acesso em: 20 jan 2021.

PARÁ. Agência Pará. 2020. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/3888/>. Acesso em: 13 dez 2020.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS- PBMC. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: **Relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, 2016. 184 p. Disponível em: <http://educaclima.mma.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/Adapta%C3%A7%C3%A3o-cidades-costeiras-relat%C3%B3rio-PBMC-2016.pdf>. Acesso em: 19 jun 2020.

QUEIROZ, Raquel Santos Monte; SANTOS, Andréa Cavalcante dos; ALBUQUERQUE, Mirna Frota; SILVA, Carlos Antônio Bruno da; MOURA, Escolástica Rejane Ferreira. Observação aplicada à pesquisa qualitativa. In: SILVA, Raimunda Magalhães da *et al.* **Estudos qualitativos: enfoques teóricos e técnicas de coleta de informações**. Sobral: Edições UVA, 2018. p. 257-267. Disponível em: <https://portais.univasf.edu.br/medicina-pa/pesquisa/producao-cientifica/experiencias-qualitativas-ebook>. acesso em 22 mar 2021.

RODRIGUES, Fernando Matos; FONTES, Antônio Cerejeira; FONTES, André Cerejeira. Processos metodológicos e prática arquitectónica em habitação básica participada. In: RODRIGUES, Fernando Matos *et al.* **Por uma estratégia de cidade sustentável: expansão urbana planeada, quadro legal e financiamento autárquico**. 1.ª edição. Porto: Edições Afrontamento, Lda. e Financiamento Autárquico, 2018.

SAYAGO, Doris; TOURRAND, Jean-François; BURSZTYN, Marcel (org.). **Introdução Amazônia: cenas e cenários**. Brasília,DF: Universidade de Brasília, 2004.

SILVA, Dorotéa de Fátima Lobato da; SANTOS, Andrea Kely Campos Ribeiro dos; SANTOS, Sidney Emanuel Batista dos. Diversidade genética de populações humanas na Amazônia. In: VIEIRA, Imá C.G; SILVA, José M. C. da; OREN, David C.; D'INCAO, Maria Ângela (orgs.). **Diversidade biológica e cultural da Amazônia**. Belém: MPEG, 2009. p. 167-194.

SILVA, Camila Coelho; SCOCUGLIA, Jovanka Baracuhy Cavalcanti. Habitações coletivas precárias de aluguel no bairro varadouro (João Pessoa/PB) e suas condições de habitabilidade. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 03, n. 20, p. 100-120, 2015. Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1060. Acesso em 10 jun. 2021.

SILVA, Silvany Favacho da; HAZEU, Marcel Theodoor. O complexo industrial-portuário em Barcarena e a saúde de comunidades tradicionais na Amazônia brasileira. **O Social em Questão**, Ano XXII, n. 44, p. 171 – 194, mai a ago. 2019. Disponível em: <http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br>. Acesso em: 03 abr 2021.

STEINBRENNER, Rosane Albino; GUERREIRO NETO, Guilherme; BRAGANÇA, Pedro Loureiro de; CASTRO, Edna Maria Ramos de. Desastre da mineração em Barcarena, Pará e cobertura midiática: diferenças de duração e direcionamentos de escuta.

RECIIS Rev Eletron Comun Inf Inov Saúde., 2020. DOI: 307-28. <https://doi.org/10.29397/reciis.v14i2.2063>. Acesso em: 13 maio 2021.

TAVARES, Maria Goretti da Costa. A Amazônia brasileira: formação histórico-territorial e perspectivas para o século XXI. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, nº 29 - Especial, p. 107 – 121, 2011. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2011.74209>. Acesso em: 13 maio 2021.

TELES, Geise Corrêa. Análise socioambiental de risco nas áreas de várzea da Amazônia: um olhar sobre as condições de injustiça ambiental urbana em Barcarena-PA. **Revista de Geografia – PPGeo-UFJF**, v. 10, nº 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34019/2236-837X.2020.v10.30722>. Acesso em: 08 maio 2021.

VALCÁRCEL-AGUIAR, Beatriz; MURIAS, Pilar; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, David. **Sustainable urban liveability**: a practical proposal based on a composite indicator sustainability, v.11, n.1, p. 86, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11010086>. Acesso em: 13 nov 2019.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A Amazônia a partir da década de 1970 foi colocada à força nos trilhos da modernidade, por conjugar a forma exuberante da natureza e os seus recursos capazes de sustentar processos produtivos que envolvem elevado padrão econômico e tecnológico. No entanto as estratégias pensadas para integrar a região à economia global vieram sutilmente cobertas com máscaras que traziam em sua aparência a esperança de desenvolvimento social e econômico dos territórios e das populações amazônicas.

Com o tempo essas máscaras foram retiradas e foi revelada a trama por traz dos grandes empreendimentos destinados à Amazônia calcados num denso pacote de Grandes Projetos tendo em sua essência o propósito de retirar e consumir os recursos dos solos amazônicos, e destiná-los ao circuito da economia mundial como *commodities* ou outra forma de produto com rentabilidade e interesses comerciais associados à economia global. E uma das estratégias estabelecidas foram os Grandes Empreendimentos mínero-metalúrgicos que se instalaram progressivamente em faixas territoriais amazônicas selecionadas e modeladas segundo os seus interesses, e a cidade de Barcarena foi integrada a esta ordem econômico-produtiva opressiva em suas engrenagens.

Com a instalação dos Grandes Empreendimentos mínero-metalúrgicos em Barcarena houve uma drástica mudança em todos os seus recortes territoriais com impactos múltiplos sobre as populações residentes nas áreas do seu entorno intraurbano e não urbano. Desta forma estava montado o cenário amazônico com os personagens presentes para atuar em consecutivos dramas e tragédias sociais, ambientais, políticas e econômicas com roteiros escritos pelos ditames do comércio global.

Após quatro décadas de implantação do Projeto Industrial mínero-metalúrgico em Barcarena o sonho programado de desenvolvimento econômico-social não foi atingido, e está longe de ser alcançado, mas o projeto de integração desta unidade produtivo-territorial à economia global permanece em franco processo de consolidação, e seus efeitos danosos são severamente sentidos pelas populações locais e seus ambientes de reprodução histórico-social, além dos extensos ecossistemas naturais.

Ao longo dessa pesquisa buscamos estabelecer linhas teóricas e metodológicas capazes de descrever e analisar as variáveis que se somaram nessas décadas e estão enraizadas nos diversos ambientes naturais e construídos das populações locais que residem no entorno dos Grandes empreendimentos mínero-metalúrgicos e a sua malha produtiva, e que por força dos impactos e desastres ambientais ameaçam o *modus vivendi* dessas populações e seu habitat socioterritorial.

Lançamos mão de um sistema de indicadores ambientais urbanos que se destinaram a descrever, mensurar e interpretar as condições socioambientais materializadas nos espaços urbanos e nos ecossistemas naturais vizinhos ao Polo Industrial de Barcarena, para dispor como produto desta pesquisa a análise da qualidade socioambiental das áreas identificadas como aglomerados subnormais, territórios quilombolas-indígenas e faixas ribeirinho-agroflorestais, que estão localizados nos Distritos do Murucupi e Vila do Conde, e que compõem a zona de expansão dos Grandes Empreendimentos mínero-metalúrgicos. E, portanto, são atingidos com a carga de rejeitos e efluentes despejados seja pela atividade industrial corrente, seja pelos desastres ambientais que tem se sucedido como marca assustadora dos eventos sinistros ocorridos por pelo menos vinte anos, e atingiram a perigosa marca de mais de vinte desastres ambientais ao longo desse período, com repercussões nocivas nas cadeias tróficas dos ecossistemas e nas áreas das populações locais amazônicas, moradoras do entorno do vale do alumínio-alumina, e se constituem nos grupos mais vulneráveis a irradiação dos rejeitos contaminantes do processo fabril deste parque industrial na Amazônia.

Esperamos que esta pesquisa tenha cumprido sua tarefa de acrescentar mais uma linha de análise sobre os problemas socioambientais causados pelos Grandes Empreendimentos mínero-metalúrgicos sediados no Polo Industrial de Barcarena, e que tem reflexo predatório nos ecossistemas naturais e nos habitats das populações dos assentamentos urbanos e rurais deste tecido territorial amazônico – a cidade de Barcarena, Pará.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. **A duração das cidades: sustentabilidade e o risco nas políticas urbanas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

ADÃO; Nilton Manoel Lacerda; POLETTE, Marcus. Aplicação do sistema de indicadores de qualidade ambiental urbana para metrópoles costeiras (SIMEC) nas regiões metropolitanas do Recife (PE), Rio de Janeiro (RJ) e na aglomeração urbana de Joinville- SC. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v.44, p. 104 -123, Mai/2018. Disponível em: revistas.ufpr.br. Acesso em: 22 set 2019.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 9, n. 1, p. 71-90, dezembro, 2010. DOI: 10.4215/RM2010.0901.0005. Acesso em: 14 abr 2021.

ARAÚJO, Gustavo Henrique de Souza; ALMEIDA, Josimar Ribeiro; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 11^a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2016.

ARAÚJO, Lays Rayane de; RODRIGUES, Marcio Petteson Barbosa; MONTEIRO, Waldinei Rosa. Notícias de desastres ocorridos na região de Barcarena-PA. O naufrágio do navio Haidar. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, 3; CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE CIÊNCIAS NATURAIS DA NATUREZA, 5.; CONCINAT, 3., 2018, Planaltina – DF. **Anais[...]**. Planaltina – DF: [s.n], 2018. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/128625.pdf>. Acesso em: 04 set 2019.

ARAÚJO, Marlon Aurélio Tapajós; BELO, Patrícia de Sales. Grandes Projetos minerários e comunidades tradicionais na Amazônia: impactos e perspectivas. **Rev. Pol. Públ.** São Luis, v. 13, n. 2, p. 265-277 jul./dez. 2009. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/233144684.pdf>. Acesso em: 04 fev 2018.

ARAÚJO, Marlon Aurélio Tapajós; BELO, Patrícia de Sales. Grandes projetos minerários e comunidades tradicionais na Amazônia: impactos e perspectivas. **Rev. Pol. Públ.** São Luis, v. 13, n. 2, p. 265-277, jul./dez. 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/pc/Downloads/4770-14968-1-PB.pdf>. Acesso em: 14 nov 2019.

BOLLMANN, Harry Alberto; MARQUES, David da Motta. Bases para a estruturação de indicadores de qualidade de águas. RBRH - **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5 n.1, p.37-60, jan/mar. 2000. DOI: 10.21168/rbrh.v5n1.p37-60. Acesso em: 14 abr 2021.

BRAGATTO, Rosane Dalpiva; MARTINI, Cezar Augusto; STEFFANI, Marco Aurélio; ZOREL JÚNIOR, Henrique Emilio; BARRETO-RODRIGUES, Márcio. Indicadores ambientais de sustentabilidade sistematizados pelo modelo pressão-estado-resposta (PER): análise de águas superficiais na microbacia hidrográfica Passo da Pedra, em Pato Branco – PR. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.7, n.2, p. 87-103, 2012. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/10675>. Acesso em: Acesso em: 04 fev 2018.

BURSZTYN, Maria Augusta; BURSZTYN, Marcel. **Fundamentos de política e gestão ambiental**: os caminhos do desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

CORRÊA, Polari Batista; CANDIDO, Luiz Antônio; SOUZA, Rodrigo Augusto Ferreira de, ANDREOLI, Rita Valéria, KAYANO, Mary Toshie. Estudo do fenômeno da ilha de calor na cidade de Manaus/AM: um estudo a partir de dados de sensoriamento remoto, modelagem e estações meteorológicas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 2, p.167-176, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778631220150012>. Acesso em: 11 mar 2021.

COSTA, Eduino Rodrigues da. **O campo térmico e a qualidade ambiental urbana em Chapecó/SC**. 2015. 290 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós Graduação em Geografia Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015. Disponível em: http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/15/dr/eduardo_costa.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

CRISTO, Amanda Mesquita; TEISSERENC, Maria José da Silva Aquino. Justiça ambiental e bem comum em questão: mineração, populações e água em Barcarena (PA). *In*: REUNIÃO BRASILEIRA DE ANTROPOLOGIA, 31., 2018, Brasília/DF. **Anais[...]**. Disponível em: <file:///C:/Users/pc/Downloads/JUSTIC&%23807%3BA%20AMBIENTAL%20E%20BEM%20COMUM%20EM%20QUESTA&%23771%3BO.pdf>. Acesso em: 25 set 2019.

FARIA; Ana Cristina de; RUSSI, Rômulo do Amaral; MARCATO, Angélica Felicidade Guião; PASCHOALIN FILHO, João Alexandre. Sustentabilidade urbana e o desenvolvimento da cidade de São Francisco (EUA). **DRd – Desenvolvimento Regional em Debate**, v. 7, n. 1, p. 214-235, maio 2017. ISSN 2237-9029. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v1i1.1406>. Acesso em: 04 mar 2021.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. 2 ed. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2008.

FURTADO, Layse Gomes; PIRATOBA MORALES, Gundisalvo; SILVA, Davi Farias da; PONTES, Altem Nascimento. Transformações do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Murucupi, Barcarena, Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n.05, p. 2340-2354, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.5.p2340-2354>. Acesso em: 09 abr 2021.

GOMES, Daniela; ZAMBAM, Neuro José. Sustentabilidade do espaço urbano: novas tecnologias e políticas públicas urbanístico-ambientais. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, nº 1, p. 310-334, 2018. ISSN 2317-7721. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/29866/23349>. Acesso 24 set 2019.

GUARIM, Vera Lúcia. Sustentabilidade Ambiental em Comunidades Ribeirinhas Tradicionais. *In*: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL: OS DESAFIOS DO NOVO MILÊNIO, 3., 2000, Corumbá,MS. **Anais[...]**. Corumbá, MS, 2000. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/Socio/GUARIM-072.pdf>. Acesso em: 13 jan 2016.

HALL, Antony. **Amazônia**: desenvolvimento para quem? Desmatamento e conflito social no Programa Grande Carajás. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1991.

HONDA, Sibila Corral de Arêa Leão; VIEIRA, Marcela do Carmo; ALBANO, Mayara Pissutti; MARIA, Yeda Ruiz. Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP). Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), v.7, n.1, p. 62-73, jan./abr. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/urbe/v7n1/2175-3369-urbe-7-1-0062.pdf>. Acesso em: 20 out 2017.

KRZYZANOWSKI, Michal; APTE, Joshua S.; BONJOUR, Sophie P.; BRAUER, Michael; COHEN, Aaron J. Air Pollution in the Mega-cities. **Global Environmental Health and Sustainability** (JM SAMET, SECTION EDITOR). Published online: 17 June 2014. pringerInternationalPublishing AG 2014.CurrEnvir Health Rpt) v.1, p.185–191, 2014. Disponível em: <http://gahp.net/wp-content/uploads/2017/10/Air-Pollution-in-the-Mega-Cities.pdf>. Acesso em: 16 set. 2019.

LIMA, Juscelino Gomes; SILVEIRA, Rogério Leandro Lima da. Cidades médias brasileiras a partir de um novo olhar denominacional e conceitual: cidades de comando regional. **Desenvolvimento em Questão**, Editora Unijuí, ano 16, n. 42, jan./mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2018.42.8-41>. Acesso em: 22 jan 2021.

LOPES, Jennifer da Silva Guimarães; ALEIXO, Natacha Cíntia Regina; SILVA NETO, João Cândido André da. Amplitude térmica e magnitude das ilhas de calor em Tefé-AM, Brasil. **Bol. Geogr.**, Maringá, v. 37, n. 1, p. 251-264, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/bolgeogr.v37i1.39233>. Acesso em: 21 jan 2021.

MACHADO, Brena Regina Lopes; SILVA, Hyngrid Athe Conceição; LIRA, Jonatha Rodrigo de Oliveira. Migração e desenvolvimento: uma análise do município de Barcarena-PA. **Novos Cadernos NAEA**, v. 22, n. 3, p. 177-198, set-dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v22i3.6497>. Acesso em: 24 abr 2021.

MAGALHÃES JÚNIOR, A.P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos**: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

MARTINS, Cyntia Carvalho; NUNES, Patrícia Maria Portela. O discurso ambiental empresarial: na trilha da devastação. In: MARIN, Rosa Elizabeth; NOVAES, Jurandir Santos (orgs.). **Povos tradicionais em colisão com estratégias empresariais no Maranhão e Pará**. Belém : UEA edições, 2015.

MELO, Francisco de Assis Cruz; UENO, Mariko. Caracterização e modelagem de indicadores de qualidade ambiental urbana integrada e aplicação à Vila Habitacional União, bairro da Terra Firme, Belém, Pará. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, IPABH, v. 8, suplemento, 2013. Disponível em: http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/1372/pdf_1105. Acesso em: 12 abr 2016.

MENDONÇA, Francisco. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR, n. 10, p. 139-148, jul./dez. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v10i0.3102>. Acesso em: 07 fev 2021.

MINAKI, Cíntia; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Espaços urbanos e qualidade ambiental – um enfoque da paisagem. **Revista Formação**, v. 1, n. 14, p. 67-82, 2007. Disponível em: <http://www4.fct.unesp.br/pos/geo/revista/artigos/Minaki.pdf>. Acesso em: 05 jan 2013.

MOREIRA, Pedro Hugo Oliveira; CUNHA, Alan Cavalcanti da; SILVA JÚNIOR, João de Athaydes; COSTA, Antônio Carlos Lola da. Variação microclimática em sítios urbanos com diferentes níveis de cobertura vegetal como subsídio à formação de ilha de calor. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n.07, p. 3254-3274, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3254-3274>. Acesso em: 20 abr 2021.

NASCIMENTO, Nádia Socorro Fialho. A questão agrária, urbana e ambiental na Amazônia Brasileira: notas para o Debate. **Temporalis**, Brasília (DF), ano 12, n. 24, p. 171-189, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5017133.pdf>. Acesso em: 20 out 2017.

NUCCI, João Carlos; KRÖKER, Rudolf; SCHMIDT, Edgar; FILHO, Alexandre TheobaldoBuccheri. Mapeamento da qualidade ambiental urbana. Artigo publicado nos anais do International Congresson Environmental Planning and Management – **Environmental Challenges of Urbanization**, Brasília,DF, Catholic University of Brasilia, Campus II, 2005. Disponível em: http://www.labs.ufpr.br/site/wp-content/uploads/2014/07/nucci_anaisdecongressos_icepm_2005.pdf. Acesso em: 10 abr 2016.

OLIVEIRA, Paulo de Tarso Ribeiro de. **Desigualdade regional e o território da saúde na Amazônia**. Belém: EDUFPA, 2008.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS-PBMC. **Mudanças climáticas e cidades**. Relatório especial do painel brasileiro de mudanças climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (eds.)]. Rio de Janeiro, Brasil: PBMC, COPPE – UFRJ. 2016. 116p. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

PEREIRA, Máriam Trierweiler. Indicadores de qualidade socioambiental urbana: IQSAU. Olinda: **Livro Rápido**, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mariam-Pereira/publication/340342058_Indicador_de_Qualidade_Socioambiental_Urbana_1_edicao_6/links/5e8475b54585150839b2e300/Indicador-de-Qualidade-Socioambiental-Urbana-1-edicao-6.pdf. Acesso em: Acesso em: 04 fev 2018.

QUEIROZ, Thaís Karolina Lisboa de; NAKA, Karytta Sousa; SANTOS, Lorena de Cássia dos; COSTA, Brenda Natasha Souza; JESUS, Iracina Maura de; CÂMARA, Volney de Magalhães; LIMA, Marcelo de Oliveira. Human Blood Lead Levels and the First Evidence of Environmental Exposure to Industrial Pollutants in the Amazon. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 2019. Disponível em: www.mdpi.com/journal/ijerph. Acesso em: 18 set. 2019.

RODRIGUES, Giselle Viegas Dantas. A questão do desenvolvimento na Amazônia brasileira: notas para debate. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE POLÍTICA SOCIAL E SERVIÇO SOCIAL: Desafios Contemporâneos, 1., 2015, Londrina PR, **Anais[...]**. Disponível em: http://www.uel.br/pos/mestradoservicosocial/congresso/anais/Trabalhos/eixo8/oral/2_a_questao_do_desenvolvimento.pdf. Acesso em: 18 out 2017.

SALLES, Maria Clara Torquato; GRIGIO, Alfredo Marcelo; SILVA, Márcia Regina Farias da. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN – Brasil. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v.25, n.2, p. 281-290, mai/ago. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v25n2/a06v25n2.pdf>. Acesso em: 15 nov 2019.

SANTOS, Mariane Nardi; CUNHA, Helenilza Ferreira Albuquerque; LIRA-GUEDES, Ana Cláudia, GOMES, Suellen Cristina Pantoja, GUEDES, Marcelino Carneiro. **Saberes tradicionais em uma unidade de conservação localizada em ambiente periurbano de várzea: etnobiologia da andirobeira (Carapaguianensis Aublet)**. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.**, Belém, v. 9, n. 1, p. 93-108, jan.-abr. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bgoeldi/v9n1/07.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

SANTOS, Selma Solange Monteiro. **Capacidade institucional, gestão ambiental descentralizada e sustentabilidade: o caso de Barcarena (PA)**. 2015. 148f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/7637/1/Dissertacao_CapacidadeInstitucionalGestao.pdf. Acesso em: 21 set 2019.

SILVA, João Márcio Palheta da. **Território e mineração em Carajás**. Belém: GAPTA/UFPA, 2013.

SILVA, Silvany Favacho da; HAZEU, Marcel Theodoor. O complexo industrial-portuário em Barcarena e a saúde de comunidades tradicionais na Amazônia brasileira. **O Social em Questão**, Ano XXII, n. 44, p. 171 – 194, mai a ago. 2019. Disponível em: http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_44_art7.pdf. Acesso em: 21 set 2019.

STANGANINI, Fábio Noel; LOLLO, José Augusto de. O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/SP entre os anos de 2010 e 2015: urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), v.10, Supl. 1, p.118-128, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/urbe/v10s1/2175-3369-urbe-2175-3369010SUPL1AO14.pdf>. Acesso 21 set. 2019.

ZORZAL, Fábio Márcio Bisi. **Gerência ambiental: resumo de experiências de gestão ambiental aplicadas à industrial e a cidade pelas Referências do PMBK**. Jundiaí: Paco Editorial, 2013.