

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**ROSIVAN ALVES NILANDER**

**ANÁLISE DE INDICADORES GEOAMBIENTAIS DE  
SUSTENTABILIDADE PARA O MUNICÍPIO DE BARCARENA  
NO ESTADO DO PARÁ**

**TAUBATÉ**

**2020**

**ROSIVAN ALVES NILANDER**

**ANÁLISE DE INDICADORES GEOAMBIENTAIS DE  
SUSTENTABILIDADE PARA O MUNICÍPIO DE BARCARENA NO  
ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre pelo Curso de Ciências Ambientais do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté.

**Área de Concentração:** Composição, Estrutura e Processos do Ambiente Natural (CEPAN).

**Orientador:** Prof. Dr. Marcelo dos Santos Targa.

Taubaté – SP

2020

**Ficha catalográfica elaborada pelo  
SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

N695a

Nilander, Rosivan Alves

Análise de indicadores geoambientais de sustentabilidade para o município de Barcarena no Estado do Pará. / Rosivan Alves Nilander. - 2020.

99 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Taubaté, Departamento de Ciências Agrárias, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo dos Santos Targa. Departamento de Ciências Agrárias.

1. Barcarena. 2. Indicadores geoambientais. 3. Sustentabilidade.  
I. Título.

CDD – 363.7

**ROSIVAN ALVES NILANDER**

**ANÁLISE DE INDICADORES GEOAMBIENTAIS DE SUSTENTABILIDADE PARA  
O MUNICÍPIO DE BARCARENA NO ESTADO DO PARÁ**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Curso de Ciências Ambientais do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté, Área de Concentração: Composição, Estrutura e Processos do Ambiente Natural (CEPAN).

Data: 13 de março de 2020

Resultado: Aprovado

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Marcelo dos Santos Targa (Orientador)

Assinatura:



Universidade de Taubaté

Prof. Dr. Celso de Souza Catelani

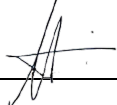
Assinatura:



Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi)

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana Mascarette Labinnas

Assinatura:



Universidade de Taubaté

*Dedico esse trabalho à Deus, por sempre me acompanhar nas horas mais difíceis de minha vida.*

*Dedico à minha querida avó, Luzia da Silveira Alves, que infelizmente não pode compartilhar a concretização desse sonho;*

*Ao meu avô, Paulo Carlotino Alves, o patriarca da família Silveira Alves;*

*Ao Meu Pai Pedro Raimundo da Paixão Nilander;*

*Aos meus tios Jair e Joaquim Paulo da Silveira Alves; e à Cláudio Albuquerque de Jesus.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por conceder-me a vida e a força necessária para jamais desistir diante dos obstáculos.

À Virgem Maria Mãe de Deus, Nossa Senhora de Nazaré, a qual sempre recorri para que esse sonho fosse concretizado.

À Nossa Senhora de Aparecida, Padroeira do Brasil, por todas as bênçãos e conquistas que tem me proporcionado, sendo meu refúgio e fortaleza em todos os momentos de angústia, permitindo-me sempre recorrer a sua proteção.

À família Silveira Alves, pela educação e coragem que me conduziram ao caminho do sucesso, além dos valores éticos morais que me foram transmitidos.

Aos professores e funcionários da Universidade de Taubaté pela atenção dispensada quando solicitados.

Aos meus grandes irmãos amigos de curso: Alcira Pinheiro, Carminda Souza, Fabrício Lamas, Kaio Pinheiro, Maria do Carmo, Mauro Chagas, Nádia Soares, Miriam Regiane e Riane Rocha.

Ao Grande irmão e amigo Marcos Azevedo, por me suportar durante todo o curso, sempre com uma palavra de incentivo, ajudando na resolução de tarefas quase que irrealizáveis.

Aos Professores Doutores da Universidade da Taubaté, em especial aos meus orientadores Celso Catelani, Marcelo Targa, Getúlio Teixeira e Paulo Fortes por concordarem com o desenvolvimento desse estudo, sempre me auxiliando e, inclusive, compreendendo minhas dificuldades e inseguranças. Ao amigo e irmão Ricardo Pereira pelo estímulo, motivação e auxílio sem hesitações para que eu continuasse e conseguisse alcançar esse sonho.

Ao professor Mestre Alisson Reinaldo, pela orientação cartográfica presente nesta dissertação.

A todos os familiares e amigos que torceram pelo meu sucesso, as amigas de trabalho de minha tia, as quais considero também minhas tias: Tina e Ruth.

As minhas paixões da vida, no futebol o Paysandú Sport Clube de Belém do Pará, ao Botafogo Clube de Futebol e Regatas do Rio de Janeiro, e no carnaval a minha querida Majestade do samba a Azul e Branco de Madureira 22 vezes campeã do carnaval, a Rainha do Samba o GRES Portela.

Aos meus alunos 6º e 7º ano do ensino fundamental com os quais aprendi muito.

A todas essas pessoas meu muito obrigado e os meus sinceros agradecimentos!

*O mundo tornou-se perigoso, porque os homens aprenderam a dominar a natureza antes de dominarem a si mesmos.*

**Albert Schweitzer**



## RESUMO

A preocupação com o manejo dos bens naturais, assim como com a manutenção do meio ambiente contribuíram para que a determinação e análise de indicadores geoambientais passassem a ser considerados instrumentos de mensuração e intervenção no meio urbano, traduzindo assim, a crescente preocupação de gestores públicos e organismos internacionais em relação ao controle dos meios naturais diante da necessidade da sobrevivência humana. Nesse sentido, explica-se que a presente pesquisa tem como objetivo principal estabelecer uma análise do Município de Barcarena, no Estado do Pará, a partir da utilização de indicadores geoambientais e de sustentabilidade, com a intenção de verificar possíveis mudanças na paisagem local devido o extrativismo vegetal no passado e atual extrativismo mineral. Especificamente, tem-se a intenção de analisar as possíveis alterações sociais e geoambientais provenientes do extrativismo vegetal e mineral no município de Barcarena; compreender como os indicadores geoambientais e de sustentabilidade social podem ser utilizados para monitoração de mudanças locais; avaliar a qualidade de vida no município de Barcarena, a partir da utilização de indicadores físicos e socioambientais; propor um sistema de indicadores capaz de reunir indicadores físicos e socioambientais de sustentabilidade a partir da discussão sobre a qualidade da vida urbana e ambiental constatada na pesquisa. No âmbito metodológico, explica-se que primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico com a intenção de constatar a percepção de autores acerca da temática proposta. As informações obtidas na etapa anterior foram confrontadas com os dados de uma pesquisa de campo por meio da qual procurou-se constatar possíveis impactos ambientais locais. Os dados informações obtidos foram tabulados e confrontados com a intenção de elaborar a parte textual e indicadores ambientais para construção dos mapas comparativos acerca do município de Barcarena, bem como, o confronto dessas informações com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio do censo realizado no ano de 2010, obtidos por meio de internet. Após a adoção desses pesos, efetua-se a soma do peso da variável de cada Distrito, obtendo-se assim uma média correspondente. O valor final indica se a região se encontra de acordo com os parâmetros estabelecidos pelos órgãos de controle socioambientais. Os resultados obtidos descrevem a qualidade das condições físicos e socioambientais, viabilizando a construção de um perfil por meio do qual são descritas as mudanças socioeconômicas e físico-ambientais que afetam as condições locais em Barcarena, tendo em vista que o cenário descrito para o município de Barcarena corresponde ao nível intermediário do barômetro de sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Barcarena. Análise de Indicadores. Barômetro de Sustentabilidade.

## ABSTRACT

The concern with the management of natural assets, as well as with the maintenance of the environment, contributed to the determination and analysis of geoenvironmental indicators to be considered instruments of measurement and intervention in the urban environment, thus translating the growing concern of public managers and international organizations in relation to the control of natural resources in view of the need for human survival. In this sense, it is explained that the present research has as main objective to establish an analysis of the Municipality of Barcarena, in the State of Pará, from the use of geoenvironmental and sustainability indicators, with the intention of verifying possible changes in the local landscape due to the plant extraction in the past and current mineral extraction. Specifically, the intention is to analyze the possible social and geoenvironmental changes arising from plant and mineral extraction in the municipality of Barcarena; understand how geoenvironmental and social sustainability indicators can be used to monitor local changes; evaluate the quality of life in the municipality of Barcarena, based on the use of physical and socio-environmental indicators; propose a system of indicators capable of gathering physical and socio-environmental sustainability indicators based on the discussion on the quality of urban and environmental life found in the research. In the methodological context, it is explained that a bibliographic survey was first carried out with the intention of verifying the authors' perception about the proposed theme. The information obtained in the previous step was compared with the data from a field survey through which it was sought to verify possible local environmental impacts. The information data obtained were tabulated and compared with the intention of elaborating the textual part and environmental indicators for the construction of comparative maps about the municipality of Barcarena, as well as the comparison of this information with data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), through the 2010 census, obtained through the internet. After the adoption of these weights, the weight of the variable for each District is added, thus obtaining a corresponding average. The final value indicates whether the region is in accordance with the parameters established by the socio-environmental control bodies. The results obtained describe the quality of the physical and socio-environmental conditions, enabling the construction of a profile through which the socioeconomic and physical-environmental changes that affect the local conditions in Barcarena are described, considering that the scenario described for the municipality of Barcarena corresponds to the intermediate level of the sustainability barometer.

**Keywords:** Sustainability. Barcarena. Analysis of Indicators. Sustainability Barometer.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Porto de Vila do Conde, Município de Barcarena (PA).....	18
<b>Figura 2:</b> Instalações da PPSA .....	18
<b>Figura 3:</b> Instalação da RCC/SA .....	18
<b>Figura 4:</b> Área de estudo, Município de Barcarena no Estado do Pará .....	42
<b>Figura 5:</b> Localização geográfica do Município de Barcarena .....	43
<b>Figura 6:</b> Comunidades que integram o município de Barcarena (PA).....	47
<b>Figura 7:</b> Coleta de lixo em Barcarena entre os anos 2000 e 2010 .....	61
<b>Figura 8:</b> Descarte de lixo em Barcarena entre os anos 2000 e 2010 .....	64
<b>Figura 9:</b> Descarte de lixo em terrenos entre os anos 2000 e 2010.....	65
<b>Figura 10:</b> Sustentabilidade e lixo nos anos 2000 e 2010 .....	66
<b>Figura 11:</b> Utilização de fossas rudimentares nos anos 2000 e 2010.....	68
<b>Figura 12:</b> Utilização de fossas sépticas nos anos 2000 e 2010 .....	70
<b>Figura 13:</b> Outras modalidades de despejo de esgoto nos anos 2000 e 2010 .....	71
<b>Figura 14:</b> Tratamento de esgoto nos anos 2000 e 2010 .....	72
<b>Figura 15:</b> Uso e ocupação do solo no município de Barcarena.....	75
<b>Figura 16:</b> Unidades de planejamento (cobertura vegetal e uso do solo) .....	76
<b>Figura 17:</b> Unidades de planejamento (por número de domicílios).....	78
<b>Figura 18:</b> Abastecimento de água por poço nos anos 2000 e 2010 .....	81
<b>Figura 19:</b> Abastecimento de água por outros meios nos anos 2000 e 2010 .....	82
<b>Figura 20:</b> Abastecimento de água pela rede geral nos anos 2000 e 2010 .....	83
<b>Figura 21:</b> Sustentabilidade em relação ao abastecimento de água anos 2000 e 2010 .....	84
<b>Figura 22:</b> Índices de sustentabilidade nos anos 2000 e 2010 .....	89
<b>Figura 23:</b> Gráfico bidimensional do nível de sustentabilidade de Barcarena.....	90

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Dados censitários do Município de Barcarena conforme cada região .....	49
<b>Tabela 2:</b> Estabelecimento de critérios cartográficos para o ano 2000.....	50
<b>Tabela 3:</b> Estabelecimento de critérios cartográficos para o ano de 2010.....	51
<b>Tabela 4:</b> Classes de uso do solo .....	55
<b>Tabela 5:</b> Atribuição de valores aos indicadores parciais .....	55
<b>Tabela 6:</b> Tipo de disposição de resíduos .....	56
<b>Tabela 7:</b> Atribuição de valor aos respectivos níveis de sustentabilidade .....	59
<b>Tabela 8:</b> Percentual de efetividade de coleta de lixo.....	60
<b>Tabela 9:</b> Lixo Enterrado.....	62
<b>Tabela 10:</b> Lixo e outros destinos .....	62
<b>Tabela 11:</b> Lixo queimado.....	63
<b>Tabela 12:</b> Lixo descartado em rios .....	63
<b>Tabela 13:</b> Lixo descartado em terrenos baldios .....	63
<b>Tabela 14:</b> Esgoto em fossa rudimentar .....	67
<b>Tabela 15:</b> Esgoto despejado em rios.....	69
<b>Tabela 16:</b> Esgoto em fossa séptica .....	69
<b>Tabela 17:</b> Esgoto despejado em vala.....	69
<b>Tabela 18:</b> Esgoto geral ou pluvial.....	69
<b>Tabela 19:</b> Esgoto por outras vias .....	69
<b>Tabela 20:</b> Classes de Uso do Solo.....	74
<b>Tabela 21:</b> Números de domicílios no município de Barcarena.....	79
<b>Tabela 22:</b> Água e outras formas de abastecimento.....	80
<b>Tabela 23:</b> Água proveniente de poços ou nascentes .....	80
<b>Tabela 24:</b> Abastecimento de água pela rede geral.....	80
<b>Tabela 25:</b> Níveis de sustentabilidade no Município de Barcarena.....	87
<b>Tabela 26:</b> Índices de sustentabilidade para o município de Barcarena .....	88

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 Relevância/Justificativa do Estudo .....	15
1.2 Objetivos .....	16
1.2.1 Objetivo Geral .....	16
1.2.2 Objetivos Específicos .....	16
1.3 Organização do Trabalho .....	16
1.4 Proposição da Pesquisa .....	17
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
2.1 Conceito de indicadores .....	20
2.2 Indicadores de sustentabilidade .....	22
2.3 Os vários aspectos da sustentabilidade .....	28
2.4 Indicadores geoambientais de sustentabilidade: determinação e análise .....	30
2.5 O desafio de mensurar os indicadores de sustentabilidade .....	34
<b>4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA</b> .....	37
4.1 Método .....	37
4.2 Metodologia .....	39
4.1 Caracterização do Local do Estudo .....	42
4.1 Levantamento de Dados .....	48
<b>5 RESULTADOS</b> .....	52
5.1 Percepções em relação aos aspectos físicos-ambientais observados .....	52
5.2 Cobertura florestal e uso do solo .....	73
5.3 Fontes deficientes de abastecimento de água .....	79
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	86
<b>10 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	92
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	96

## 1 INTRODUÇÃO

As emergentes necessidades sociais modernas interligam-se e entrelaçam-se com as evidentes transformações que constantemente podem ser percebidas em diversas cidades, as quais tornam-se cada vez mais proeminentes por meio da degradação da qualidade do meio ambiente, mas sobretudo, pela qualidade de vida da população.

Em meio a essa contextualização é necessário incluir também, cidades de pequeno porte, as quais passaram a descrever características atípicas em comparação ao que poderia ser observado no passado. Para tanto, é possível recorrer à utilização de indicadores geoambientais, e assim obter informações capazes de auxiliar gestores públicos e órgãos internacionais em possíveis intervenções relacionadas ao meio urbano, principalmente no que concerne estudos voltados para o meio ambiente a partir da estatística ambiental.

Diante dessa contextualização, compreende-se que os indicadores geoambientais configuram-se como elementos essenciais para o desenvolvimento de análises e avaliações voltadas para políticas públicas, bem como, para monitoração do desenvolvimento urbano, desde que adequadamente utilizados.

Apesar da conceituação e do discurso acerca da sustentabilidade serem identificados em diversos momentos históricos, os principais movimentos científicos acerca do assunto intensificaram-se somente a partir da década de 70, período onde surgiu a compreensão de que essas variáveis poderiam abranger também, contextualizações socioeconômicas e demográficas, além do contexto ecológico e o respectivo monitoramento ambiental.

A partir Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo no ano de 1972, constatam-se os primeiros esforços internacionais voltados à produção das estatísticas ambientais. A partir desse período, diversas organizações internacionais passaram a se dedicar ao estudo da manutenção do meio ambiente a partir de variáveis a estatísticas, originando, assim, novos conceitos e classificações, incluindo especificamente o meio urbano.

Somente a partir da década de 80 que o termo “sustentabilidade” começou a ser utilizado com mais frequência, assumindo gradativamente maior relevância para sociedade, dirigindo-se principalmente à construção de sistemas de indicadores de sustentabilidade local, no sentido de descrever a elaboração de instrumentos que

permitissem mensurar as alterações promovidas em um sistema específico, bem como, avaliar a sustentabilidade de diferentes sistemas.

A partir da Conferência de Estatísticos Europeus ocorrida na década de 90 surgiu a primeira proposta de formulação de indicadores ambientais, os quais começaram a ser percebidos como elementos de grande importância e não somente como informações estatísticas. Nesse período também surgiram, as primeiras referências conceituais concernentes à elaboração desses indicadores.

Paralelamente a esse processo, começam a alavancar os primeiros estudos dedicados ao desenvolvimento social em consonância a evolução urbana. A partir dos anos 90 a Organização das Nações Unidas (ONU) divulgou o Primeiro Relatório Internacional sobre Desenvolvimento Humano (PNUD), trazendo em sua redação o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), o qual é calculado a partir de dados referentes a condições de saúde, escolaridade, renda e outras informações básicas da população, possibilitando a hierarquização de alguns países de acordo com esses índices.

Os reflexos da deterioração das condições de vida das populações urbanas estimularam a realização de eventos internacionais sobre temas de natureza social, traduzindo a preocupação em estabelecer conceitos, definir metas comuns à comunidade internacional, dentre outras ações visando a melhoria das condições de vida das populações, particularmente das urbanas.

Dentre os eventos realizados, nesse período destaca-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92, Cúpula da Terra, Cimeira do Verão, Conferência do Rio de Janeiro e Rio 92, a qual representa uma confluência de discussões relacionadas a estudos ambientais, sociais e urbanos.

Os estudos desenvolvidos a partir da Eco-92 corroboraram para que as estatísticas ambientais relacionadas ao meio urbano assumissem maior relevância diante do planejamento e formulação de políticas públicas, fortalecendo os sistemas de dados urbanos e a formulação de indicadores de desenvolvimento sustentável.

Não obstante, é importante destacar também a 2ª Conferência Mundial sobre os Assentamentos Humanos (Habitat II), realizada em Istambul no ano de 1996, por meio da qual foi evidenciada a relevância da utilização de indicadores ambientais, e conseqüentemente a implementação do Programa de Indicadores Urbanísticos para

Monitoramento das condições de Vida Urbana em diversas cidades pelo mundo, inclusive o Brasil.

### **1.1 Relevância/Justificativa do Estudo**

Diante do exposto, explica-se que a temática abordada despertou a necessidade de compreender a dinâmica desse complexo processo, no sentido de adquirir conhecimentos relacionados à possibilidade de aplicação de indicadores ambientais capazes de servirem de diretrizes para intervenção e controle do Poder Público regional diante da manutenção do meio ambiente.

Nesse sentido, justifica-se o desenvolvimento da presente pesquisa a partir de três perspectivas: científica, regional e pessoal. Sob uma perspectiva científica, acredita-se que o acirramento de problemáticas de cunho ambientais e econômicos repercutem substancialmente na vida da população, estimulando esforços para a construção de sistemas capazes de analisar e determinar indicadores voltados para avaliação da qualidade de vida em sua dimensão social e ambiental.

Sob uma perspectiva regional, a presente abordagem versa sobre a necessidade de permanentes reavaliações voltadas para manutenção e controle da ação humana e suas conseqüentes influências físicas e socioambientais, ocasionadas principalmente pelo extrativismo vegetal e posterior intensificação do extrativismo mineral no Município de Barcarena.

A partir de premissas pessoais, explica-se que o interesse em desenvolver um estudo acerca da temática exposta volta-se à graduação em Geografia pela Universidade Federal do Pará (UFPA), período em que foi possível constatar que ao longo de 20 anos houve o gradativo aumento do interesse de pesquisadores acerca do assunto.

Tal informação fundamenta-se na formação de grupos nacionais e internacionais preocupados com essa questão, percepção está adquirida por meio do desenvolvimento de pesquisas e estudos.



## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

A presente pesquisa tem como principal objetivo, estabelecer uma análise do Município de Barcarena, no Estado do Pará, a partir da utilização de indicadores geoambientais e de sustentabilidade, com a intenção de verificar possíveis mudanças na paisagem local devido o extrativismo vegetal no passado e atual extrativismo mineral.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Analisar as possíveis alterações sociais e geoambientais provenientes do extrativismo vegetal e mineral no município de Barcarena;
- Compreender como os indicadores geoambientais e de sustentabilidade social podem ser utilizados para monitoração de mudanças locais;
- Avaliar a qualidade de vida no município de Barcarena, a partir da utilização de indicadores físicos e socioambientais;
- Propor um sistema de indicadores capaz de reunir indicadores físicos e socioambientais de sustentabilidade a partir da discussão sobre a qualidade da vida urbana e ambiental constatada na pesquisa.

## **1.3 Organização do Trabalho**

Com a intenção de disponibilizar uma pesquisa de fácil leitura, optou-se por entrelaçar propositalmente os conceitos obtidos por meio das fontes bibliográficas aos dados da pesquisa de campo, possibilitando assim, que o leitor se situe facilmente em meio ao percurso da abordagem apresentada.

Desse modo, discorre-se primeiramente, sobre os conceitos obtidos por meio da pesquisa bibliográfica, onde explica-se a percepção de autores e pesquisadores a respeito de sustentabilidade. Aborda-se também, a correlação de indicadores

estatísticos e sustentabilidade, discute-se o significado de indicadores, índices, índices parciais, síntese, sistema de indicadores, além de usuários imediatos, usuários finais e usuários potenciais.

Não obstante, evidencia-se os principais aspectos de um sistema de indicadores de qualidade de vida, discute-se a definição de unidades espaciais para realização de cálculos, georreferenciamento de dados, a flexibilização de modelo de cálculo e a compreensibilidade do estabelecimento da ponderação pelo público.

Posteriormente aborda-se os principais aspectos históricos do Município de Barcarena, incluindo sua fundação, primeiros habitantes, assim como sua contextualização física e geoambiental (localização, limites, solo, vegetação, clima, etc.). Não obstante, ainda são apresentados os indicadores de sustentabilidade a partir de critérios de seleção preestabelecidos (físicos e socioambientais), os quais foram determinados a partir da evolução de conceitos de qualidade de vida, bem como, da chamada trilogia PER: pressão, estado e resposta (cobertura florestal e uso do solo, dejetos líquidos e sólidos, uso e desuso da água), a partir da realidade do Município de Barcarena, apresentando propostas de intervenção para melhoria da qualidade de vida da população.

São apresentados os resultados sob a ótica da determinação e análise de indicadores geoambientais de sustentabilidade do Município de Barcarena, no Estado do Pará.

#### **1.4 Proposição da Pesquisa**

A proposta do desenvolvimento da presente pesquisa vislumbra e importância em determinar indicadores capazes de auxiliar na implantação de ações voltadas para desenvolvimento sustentável local. Para tanto, optou-se pela escolha do Município de Barcarena no Estado do Pará para o desenvolvimento do estudo em tela, levando em consideração sua proximidade com Belém, capital do Estado do Pará, sua representatividade econômica devido a localização de porto de grande porte (Porto de Vila do Conde), conforme a imagem 1, o qual é responsável pela distribuição de diversos produtos para diversas regiões do Brasil e do mundo, bem como pelo escoamento de minerais provenientes das mineras localizadas na Serra dos Carajás.

Figura 1: Porto de Vila do Conde, Município de Barcarena (PA)



Fonte: Imagem extraída do artigo publicado por Lira (2018)

Explica-se que a análise de indicadores ambientais por meio da pesquisa proposta representa a possibilidade de avaliar o real cenário de Barcarena, levando em consideração os possíveis impactos incidentes sobre o ecossistema local, partindo de pressupostos econômicos e sociais.

Diante do exposto, acredita-se que o Município de Barcarena necessita buscar mecanismo a partir de indicadores de sustentabilidade, para que em geral, seja possível a reversão e compreensão dos impactos ambientais gerados com a instalação de projetos minero-metalúrgicos, como a Albrás-Alunorte, Pará Pigmentos S.A (PPSA) (figura 2) e Rio Capim Caulim S.A (RCC/SA) (figura 3), a partir da década de 1970.

Figura 2: Instalações da PPSA



Fonte: Imagem registrada pelo autor (2015)

Figura 3: Instalação da RCC/SA



Fonte: Imagem registrada pelo autor (2015)

Nessa perspectiva, explica-se que os indicadores ambientais que possuem maior relevância para a pesquisa são respectivamente:

- **Indicadores de produção de resíduos sólidos de origem urbana e industrial:** a importância desse indicador deriva do fato que a produção de resíduos afetar consideravelmente a qualidade dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), dos solos e do ar;
- **Indicadores de mudanças na cobertura florestal e no uso do solo:** esse indicador é responsável pela avaliação quantitativa da evolução dos desmatamentos e das queimadas, possibilitando a identificação de áreas de vegetação remanescente;
- **Indicadores de recursos hídricos:** a água é encontrada na natureza em quantidades que variam aleatoriamente no tempo e no espaço, podendo ser extremamente vulnerável à deterioração qualitativa. Por ser uma substância fluída, sua utilização indiscriminada não afeta não apenas os indivíduos locais, mas também, toda ecossfera e antroposfera que se situam ao longo de um fluxo aquífero.

A proposta de análise desses indicadores fundamenta-se na possibilidade de verificar com maior exatidão como vem sendo realizado a disposição e o tratamento final dos resíduos sólidos e líquidos de origem urbana e industrial gerados no município de Barcarena, uma vez que, é considerado como situação ideal à disposição e/ou tratamento segundo as recomendações técnicas de proteção sanitária e ambiental.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Conceito de indicadores

A necessidade de mensuração e acompanhamento de informações relacionadas ao desenvolvimento e fluxo social, econômico e, principalmente, sobre a movimentação da qualidade de vida da população, exigiu o desenvolvimento de técnicas e metodologias capazes de traduzir essas movimentações dentre tantas outras que compõem a sociedade como um todo.

De acordo com Soligo (2012), constantemente os seres humanos recebem grande demanda de informações provenientes de muitos indicadores. Tal afirmação transmite a compreensão de que mensurar e processar medidas em índices, capazes de revelar e sinalizar os mais variados aspectos sociais, tornou-se algo intrínseco a diversas atividades cotidianas.

Sob uma perspectiva semântica, Rodrigues (2010) esclarece que a palavra indicador possui sinonímia com outras terminologias da língua portuguesa, como por exemplo, “[...] sinal, sintoma, presságio, aviso, dica, pista, situação, categoria, dados, ponteiro, mostrador, instrumento, medida”. (RODRIGUES, 2010, p.34).

Por seu turno, Campos e Melo (2008) compreendem que os fenômenos observados pelas Ciências Sociais são excessivamente complexos e variáveis para serem analisados sob um aspecto unidimensional, emergindo a necessidade de visualizar esses fenômenos sociais sob uma perspectiva múltipla, levando em consideração a possibilidade analítica variável.

No que concerne a conceituação da palavra indicador, os dicionários vernáculos brasileiros unanimemente descrevem tal significado como a percepção de algo que indica ou transmite conhecimento/informações acerca de algo específico, complementado a explicação, Campos e Melo (2008) esclarecem que:

Como definição, um indicador é uma ferramenta que permite a obtenção de informações sobre uma dada realidade, tendo como característica principal a de poder sintetizar diversas informações, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados. (MITCHELL, 2004, apud. CAMPOS e MELO, 2008, p.542).

Nessa perspectiva, compreende-se que os indicadores são números que procuram descrever um determinado aspecto da realidade, ou apresentam uma

relação entre vários aspectos. Em outras palavras, indicador é uma medida quantitativa ou qualitativa, que viabiliza retratar, descrever ou demonstrar uma situação ou condição social e suas alterações ao longo do tempo.

Para Rodrigues (2010) os indicadores possibilitam avaliar fenômenos a partir de diversas perspectivas sociais, onde se revelam, primeiramente, como medidas e posteriormente como informações. A referida autora esclarece que a utilização periódica de expressões indicadores econômicos, indicadores sociais, indicadores ambientais indicadores urbanos, etc., são utilizadas em vários contextos, como o âmbito científico, acadêmico, dentre outros.

Diante do exposto, torna-se possível afirmar que a construção de indicadores e conseqüentemente de índices, devem necessariamente ocorrer de acordo com sua própria contextualização temporal e social, pois tratam-se de instrumentos para mensurar, comparar ou operacionalizar avanços e retrocessos de aspectos abstratos como involução ou evolução econômica de um grupo social específico, bem como, manifestações de doenças e fatores de cura, exclusão social, dentre outros.

Os pressupostos fundamentados na necessidade de determinar e medir fenômenos socioeconômicos, podem ser considerados elementos intangíveis imensuráveis, porém, se levados em consideração sob a perspectiva da Matemática, esses mesmos fenômenos passam a aceitar medidas comuns. Desse modo, tem-se que a elaboração de indicadores e índices direciona-se para operacionalização de conceitos e perspectivas abstratas, ao passo que transforma os mesmos em dados numéricos capazes de serem manipulados, agrupados, organizados e reorganizados, viabilizando a representação de um cenário real atual por meio de modelos matemáticos.

De acordo com Rodrigues (2010), a utilização de indicadores se deu a partir do momento em que os seres humanos necessitaram de instrumentos/metodologias capazes de mensurar o cenário econômico de um grupo social específico, tendo em vista que “[...] o uso dos indicadores econômicos remete à primeira metade do século XIX com o denominado “Número-índice”, construído para refletir a variação real de fenômenos econômicos, como a variação de preços de determinado produto”. (RODRIGUES, 2010, p.50).

Desse modo, compreende-se que foi necessário recorrerem a modelos matemáticos e estatísticos, por meio dos quais foram adequadas informações

intangíveis com a finalidade de quantificá-las, possibilitando a obtenção de dados relacionados ao comportamento econômico que almejava-se ser delineado.

Para exemplificar a utilização de índices utilizados para mensuração do comportamento socioeconômico de um País, Rodrigues (2010) cita o Produto Interno Bruto (PIB) e o Produto Interno Líquido (PIL). Contudo:

[...] percebe-se que, ao longo da história do uso dos indicadores, houve uma quebra da hegemonia estritamente econômica, com as mais recentes iniciativas de elaboração e divulgação dos indicadores e índices socioambientais. (RODRIGUES, 2010, p.51).

Desse modo, afirma-se que as constantes mudanças sociais exigiram o desenvolvimento de outros indicadores, no sentido de descrever a relação de movimentações financeiras e econômicas com a sociedade e por conseguinte com o meio ambiente, conduziu ao desenvolvimento e diversificação de outros índices e indicadores, contribuindo para que os mesmos fossem adequados às mais variadas áreas do conhecimento humano.

Mattar Neto, Krüger e Dziedzic (2009) contam que a partir dos anos 80, a sociedade começou a demonstrar preocupações com questões ambientais, o que contribui para o surgimento de reuniões de abrangência mundial, com a finalidade de discutir problemas relacionados ao meio ambiente, levando em consideração que as preocupações em solucionar problemas ambientais podem ser geridas com auxílio do desenvolvimento sustentável, o qual traduz a conscientização ambiental da sociedade, ao passo que constata problemas atuais e alerta para problemas futuros.

## **2.2 Indicadores de sustentabilidade**

A preocupação com o meio ambiente não é uma manifestação recente, porém, somente a partir das últimas décadas do século XX a mesma passou a integrar as agendas governamentais de muitos Países, assim como, a sociedade civil. Segundo Van Bellen (2006) preocupações com a manutenção/preservação do meio ambiente é mais recente do que possa se imaginar, muito embora existem inúmeras entidades empresariais pioneiras em exercer práticas ambientais saudáveis.

As circunstâncias sociais e climáticas, assim como, a elevada preocupação com a preservação e manutenção dos bens naturais comuns, tornaram-se mais proeminentes nas últimas décadas, contribuindo para que assuntos relacionados a referida temática viessem a se tornar elementos de ampla discussão em todas as esferas sociais, científicas e organizacionais, fazendo com que muitas palavras e nomenclaturas antes desconhecidas fossem inseridas no vocabulário popular.

Contudo, Van Bellen (2006) explica que reflexões acerca do tema desenvolvimento sustentável surgiram a partir da ampliação da gravidade da crise ambiental impulsionada pela influência da sociedade nesse processo. De acordo com o referido autor:

Este conceito alcançou um destaque inusitado a partir da década de 1990, tornando-se um dos termos mais utilizados para se definir um novo modelo de desenvolvimento. Esta crescente legitimidade do conceito não veio acompanhada, entretanto, de uma discussão crítica consistente a respeito do seu significado efetivo e das medidas necessárias para alcançá-lo. Na medida em que não existe consenso relativo sobre o conceito, observa-se uma disparidade conceitual considerável nas discussões referentes à avaliação da sustentabilidade do desenvolvimento. (VAN BELLEN, 2004, p.67).

Contudo, é necessário evidenciar que a natureza da sustentabilidade é variável, característica que contribuiu para o surgimento de uma conceituação flexível, no sentido de evitar adjetivos imprecisos, impulsionando o desenvolvimento de uma conceituação própria e integralizada. Por seu turno, Lustosa (2010) explica que a sustentabilidade possui dimensões intrinsecamente interdependentes, as quais podem ser descritas pelos fatores socioambientais, econômicos, culturais e políticos, os quais sempre apresentam mútua influência e/ou impacto, independentemente dos níveis e períodos que atuam.

Lustosa (2010) complementa sua explicação informando que, a longo prazo, “[...] o crescimento econômico é condicionado pela forma como é explorado o meio ambiente; forma que pode ser culturalmente determinada. A distribuição da riqueza, que pode propiciar a melhoria das condições de vida, é decidida politicamente”. (LUSTOSA, 2010, p.148).

De modo geral, percebe-se que apesar das referidas dimensões possuírem conceitos distintos, no âmbito da sustentabilidade elas encontram-se intimamente interligadas, onde a execução ou efetivação de uma depende de outra que a antecede e assim sucessivamente.



Por meio de sua pesquisa intitulada “Instituições, cultura e desenvolvimento sustentável na bacia cultural do Araripe”, Lustosa (2010) relata que o principal conceito referente a integralidade do processo de desenvolvimento foi formulado pelo filósofo e economista indiano Amartya Sen no ano de 1999, quando o mesmo definiu o desenvolvimento como uma liberdade positiva, contrapondo-se a liberdade negativa. Amartya Sen unificou e incluiu diversos direitos e capacidades ao seu conceito, traduzindo a possibilidade dos indivíduos buscarem a própria autorrealização existencial e a felicidade.

Nesse contexto, Lustosa (2010) assevera que a promoção do desenvolvimento remete à eliminação de restrições à liberdade em seu sentido mais amplo, pois vislumbra a possibilidade dos indivíduos viverem e conviverem plenamente suas condições humanas em meio as suas diversidades.

Diante do exposto, compreende-se que a palavra “desenvolvimento” se revela como uma tradução dos termos utilizados para designar o desenvolvimento sustentável que abrange o desenvolvimento humano e “[...] amplia os espaços de sociabilidade e participação, reconhece e valoriza a dimensão simbólica da existência e preserva para as gerações futuras o meio físico e os patrimônios material e imaterial”. (LUSTOSA, 2010, p.148).

É de extrema relevância ressaltar que muitos autores estabelecem uma diferenciação entre as terminologias sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, onde a primeira descreve o resultado alcançado pelos esforços empregados por meio da segunda. Assim, compreende-se que:

A sustentabilidade é parte de uma utopia, ou seja, compõe a visão de futuro sobre a qual a civilização contemporânea cria seus projetos e alicerça as suas esperanças. [...] a sustentabilidade seria, dessa forma, o quarto grande ideal da modernidade – ao lado da liberdade, igualdade e fraternidade –, surgido no fim do século XX. (SOUZA e ARMADA, 2017, p.31).

Segundo a explicação de Souza e Armada (2017), identifica-se que o autor considera a sustentabilidade como um dos novos objetivos da sociedade contemporânea, associando-a aos pilares fundamentais que integram os objetivos da composição social. Por seu turno, Feil e Schreiber (2017) acreditam que o termo “sustentável” se apresenta em meio ao âmbito sociocientífico suscetível aos mais variados significados, tendo em vista as diferenciadas perspectivas que o circundam,

assim como, as necessidades, objetivos e motivações de pesquisadores e grupos sociais acerca da temática.

Contudo, as diversas integrações do conceito de sustentabilidade às diferentes correntes políticas e intelectuais passaram a atribuir variações ao conceito de sustentabilidade, como por exemplo para Biologia, onde a sustentabilidade volta-se para exploração consciente dos recursos naturais. Complementando a explicação, Feil e Schreiber (2017) preceituam que no contexto da Ecologia, a sustentabilidade está associada a preservação das espécies pertencentes a ecossistemas suscetíveis a intervenção humana.

Ainda discorrendo sobre o referido assunto, Feil e Schreiber (2017) explicam que na seara da Sociologia a sustentabilidade é descrita pelo estabelecimento de vínculos de desenvolvimento capazes de preservar as relações sociais e a sociedade concomitantemente. Já para às Ciências Econômicas, a sustentabilidade é representada pelo desenvolvimento econômico que ocorre sem prejudicar os recursos naturais.

Feil e Schreiber (2017) acreditam que a flexibilidade que o termo sustentabilidade possui atribui ao mesmo durabilidade e perpetuação, levando em consideração as adequações constantes às mutações sociais e científicas que a terminologia é submetida, onde a mesma assume novos significados consoante as necessidades da sociedade em explicar determinados movimentos sociopolíticos, econômicos, ecológicos, dentre outros. Esse cenário contribui para que:

As diversas compreensões e significações relacionadas ao conceito de desenvolvimento sustentável e as discussões da sustentabilidade se consolidam como temas centrais da atualidade, conferindo uma série de implicações e princípios éticos, que vêm sendo inseridos e aplicados nos contextos acadêmicos, segmentos sociais, planos e processos de desenvolvimento, inclusive do fenômeno turístico. (HANAI, 2012, p.201-202).

De acordo com o exposto, verifica-se que o conceito de desenvolvimento sustentável e a percepção de sustentabilidade alcançaram ampla difusão em meio a sociedade moderna, onde foram acrescidos e enriquecidos por novas reflexões provenientes das diversas abordagens com o passar do tempo. Contudo, ainda predomina certa dificuldade para mensurar e avaliar a sustentabilidade que permeia alguns projetos, pois trata-se de um processo complexo compreender as interrelações entre os sistemas ambientais e os socioeconômicos.

Nesse contexto, tem-se os indicadores ambientais, os quais apresentam-se como variáveis capazes de atribuir atributos de qualidade, propriedade ou características de um sistema, colaborando para sintetização de informações sobre viabilidade e dinamicidade transformadora.

Van Bellen (2004) discorre que a palavra “indicador” possui origem etimológica do latim *indicare*, o qual pode ser compreendido como estimar, apontar ou anunciar. Nesse sentido, explica-se que a utilização de indicadores tem como objetivo disponibilizar informações acerca do desenvolvimento e progresso de esforços em busca de uma meta específica, como por exemplo o desenvolvimento sustentável. No entanto, Van Bellen (2004) também explica que os indicadores facilitam a percepção e identificação de tendências e fenômenos que não são imediatamente detectáveis.

Segundo a percepção do supracitado autor, assim como os indicadores viabilizam o estado de um sistema, os mesmos possibilitam possíveis correções de objetivos e/ou direcionamento quando houver necessidade. No entanto, a mensuração da sustentabilidade não pode ser concebida somente a partir de situações estáticas de momentos específicos, mas sim “[...] como medição integrada ao longo do tempo para documentar processos, e capazes de mostrar tendências, devido a inerente dimensão temporal inserida no conceito de desenvolvimento sustentável”. (GALLOPÍN, 1997, apud. HANAI e ESPÍNDOLA, 2011, p.137).

É importante que as discussões que abordam detalhadamente os indicadores de desenvolvimento sustentável incluam índices que envolvam as múltiplas dimensões que se inter-relacionam em meio a composição social, tornando-se uma possibilidade de identificação da sociedade ao longo do tempo.

O conjunto integrado dos indicadores, quando historicamente calculados, define um padrão de sustentabilidade. Considerando que esta temática exige um esforço multidisciplinar, aqui apenas se apresentam sugestões de indicadores (caminhos para a reflexão) que propiciarão estudos e pesquisas especializadas posteriormente. (CARVALHO, 1993, p.20).

Desse modo, compreende-se os cálculos envolvendo parâmetros de sustentabilidade devem seguir um padrão previamente estabelecido, consideração contextualizações históricas e uma durabilidade determinada. Carvalho (1993) esclarece que a periodização desse processo deve ser estabelecida em

consonância com o objetivo do estudo, sopesando possíveis modificações e alterações dos ecossistemas, bem como, nas especificidades de um grupo social.

Carvalho (1993) complementa sua explicação informando que o desenvolvimento humano é algo que tende a se tornar gradativamente mais complexo, de forma que possa evidenciar tais alterações por meio da materialidade da vida cotidiana dos indivíduos, como também, pela subjetividade cultural, refletindo direta ou indiretamente nos padrões de sustentabilidade.

Outro aspecto relevante refere-se a importância em não confundir os padrões de sustentabilidade com um plano de desenvolvimento, independentemente de representarem restrições às metas de desenvolvimento, pois os mesmos não são capazes de idealizar uma sociedade ou algum setor que a componha. Carvalho (1993) acredita o padrão de sustentabilidade devem ser compreendidos como:

[...] as condições reais em que uma sociedade ou ecossistema deve encontrar para que continue se desenvolvendo de maneira sustentável enquanto sistema aberto, portanto trocando informações, positivas e negativas, com o ambiente. (CARVALHO, 1993, p.21).

Desse modo, verifica-se a importância do padrão sustentabilidade fornecer garantias acerca da adaptabilidade do plano de desenvolvimento em relação a sociedade em geral e ao ecossistema, enfatizando a importância dessa flexibilização englobar o processo histórico de todos os componentes que integram do processo.

Contudo, Carvalho (1993) informa que o padrão da sustentabilidade sob a perspectiva de um sistema de indicadores integrados, deve estabelecer garantias de sustentabilidade que iniciativas isoladas ou a utilização de tecnologias não conseguem garantir, tendo em vista que o emprego isolado de uma tecnologia em um processo não será capaz de analisar/controlar, simultaneamente, todos fluxos envolvidos no mesmo, sendo capaz de garantir ou explicar ações ou iniciativas sustentáveis.

Destarte, explica-se que os tópicos posteriores da presente pesquisa apresentarão os indicadores adotados para o alcance dos objetivos propostos, tendo em vista que os mesmos fundamentam-se em diferentes parâmetros de sustentabilidade, os quais apresentam-se interdependentes e articulados entre si, constituindo assim, o padrão de sustentabilidade considerado ótimo para o cenário

desejado, ao passo que pondera também, a interação estabelecida entre aspectos sociais, científicos, humanos e ambientais, na busca do equilíbrio ambiental.

### 2.3 Os vários aspectos da sustentabilidade

Discorrer sobre a conceituação de sustentabilidade não é uma tarefa fácil, tendo em vista que se trata de uma terminologia que está em permanente evolução, adaptando-se constantemente às emergentes necessidades e realidades sociais. Tal afirmação transmite a ideia de que a percepção de sustentabilidade se modifica de acordo com o conteúdo e abordagem científica de cada área do conhecimento, o que inclui perspectivas ecológicas, biológicas, econômicas, sociológicas, etc.

Dale (2001) apud. Bolis (2015) explica que a distinção existente entre tais conceituações estabelecem dificuldades para o estabelecimento de comparativos, no entanto os conceitos de sustentabilidade comumente utilizados pela sociedade em geral abrangem aspectos econômicos, ecológicos e biológicos, apesar de;

Desde o *Earth Summit* no Rio de Janeiro em 1992, a dificuldade em se identificar claramente do que a sustentabilidade trata foi evidenciada pelas dificuldades encontradas em passar do discurso teórico para ação, devido a restrições tecnológicas e políticas. (BOLIS, 2015, p.20).

Alguns autores justificam a evolução terminológica da palavra sustentabilidade a partir das variações inerentes aos sistemas humanos e naturais. Contudo, Bolis (2015) preceitua que uma vertente científica questiona a existência de tantas variações terminológicas, pois acreditam que pode contribuir para limitação da credibilidade do conceito, assim como, questionamentos relacionados a aplicabilidade prática e efetivação das conquistas já alcançadas.

De acordo com essa percepção, verifica-se a existência de uma limitação dos progressos ambientais e sociais, os quais apoiam-se no conceito de sustentabilidade, emergindo assim, a necessidade de uma definição satisfatória de sustentabilidade, no sentido de subsidiar políticas públicas eficazes.

Ainda discutindo sobre a conceituação de sustentabilidade, Bolis (2015) esclarece que o termo em latim *sustentare* descreve a origem etimológica da referida palavra, a qual pode ser traduzida para língua portuguesa como defender, assumir, manter, suportar, etc., contudo:

Semanticamente, sustentabilidade indica uma relação entre um artefato (sustentável) e seu ambiente que existe por tempo indeterminado. Em outras palavras, a sustentabilidade refere-se a um equilíbrio entre um artefato e seu ambiente de apoio, no qual eles interagem entre si, sem efeitos prejudiciais mútuos. Sustentabilidade refere-se explicitamente a esse equilíbrio. (FABER et al., 2005, apud. BOLIS, 2015, p.21).

Senhoras (2020) esclarece que entre os anos de 1974 e 1992 existiam 70 definições diferenciadas de sustentabilidade em meio a literatura científica, as quais fundamentavam-se em sua maioria nos princípios do *Triple Bottom Line* (TBL) ou Tripé da Sustentabilidade, “[...] conceito proposto por Elkington, em 1994, que remete à interpretação de que para se alcançar a sustentabilidade deve-se considerar três dimensões no processo de decisão: ambientais, econômicas e sociais”. (SENHORAS, 2020, p.4).

Ainda discorrendo sobre a referida temática, Senhoras (2020) esclarece que a sustentabilidade ambiental estabelecida pelo Tripé da Sustentabilidade remete à fatores como a conservação da biodiversidade, a manutenção e proteção dos bens naturais e ecossistema, a manutenção e proteção da saúde humana por meio da monitoração dos níveis de poluição. Além desses fatores, o referido autor cita ainda, e relevância do acompanhamento dos modos de produção e consumo, os quais devem ser compatíveis com a capacidade do ecossistema.

Por seu turno, a sustentabilidade econômica e descrita por Senhoras (2020) como “[...] a gestão eficiente dos recursos naturais conjuntamente com a adoção de inovações tecnológicas para solucionar o problema dos limites naturais à expansão econômica”. (SENHORAS, 2020, p.4). Desse modo, verifica-se a necessidade do desenvolvimento de ações voltadas para valorização ambiental com a finalidade de incentivar as economias regionais na criação de postos de trabalho, promoção da inclusão social e ao mesmo tempo diversificar as estruturas produtivas.

A sustentabilidade social correlaciona-se aos processos de melhoria da qualidade de vida da sociedade em relação a saúde e todos os seus aspectos (longevidade, bem-estar, aspectos psicológicos, alimentação, trabalho, justiça social, respeito a diversidade, acesso à informação), dentre outros elementos essenciais para manutenção da saúde e do bem estar social e individual.

Sobre as referidas explicações, Senhoras (2020) preleciona que a delimitação do conceito de sustentabilidade em apenas três vertentes específicas, descrevem uma abordagem restrita e reduzida, levando-se em consideração que a

sustentabilidade é algo extremamente abrangente e holístico, pois considera outros elementos e a inter-relação destes, não atendo-se a categorizações já que se trata de algo interdisciplinar e interdimensional. Desse modo:

Embora a noção de sustentabilidade seja polissêmica, de modo geral, ela tende a opor-se à ideia de desenvolvimento sustentável, visto que a sustentabilidade propõe uma reflexão profunda sobre o modo de vida e a relação do homem com a natureza, questionando a racionalidade e os paradigmas teóricos que impulsionam e legitimam o crescimento econômico vigente. (SENHORAS, 2020, p.4).

É notória a existência de uma compreensão social acerca da sustentabilidade, por meio da qual acredita-se que o desenvolvimento sustentável equivale ao crescimento sustentável, fato que remete ao acúmulo e reprodução de capitais como princípios fundamentais, além de promover a racionalidade econômica vigente na forma de políticas ambientais neoliberais.

De modo geral, acredita-se que o principal meio para alcançar a sustentabilidade é por meio da educação, tendo em vista que a mesma integra diversos contextos sociais, viabilizando estímulos capazes de alterar ou modificar valores individuais e aspectos comportamentais coletivos, pressupondo uma construção que conduz à um ideal ambiental holístico, sem restringi-lo a processos ou pessoas, sempre buscando o estabelecimento de uma visão profunda e dinâmica, numa incursão nos diversos campos científicos e percepções de mundo existentes.

#### **2.4 Indicadores geoambientais de sustentabilidade: determinação e análise**

Ao analisar o percurso histórico da civilização humana, contata-se a inegável influência que os constantes avanços dos processos produtivos, bem como da participação de ciências e técnicas em modelos de produção, as quais foram gradativamente inseridas com a finalidade de incrementar o aumento da oferta de bens e serviços. Contudo, ao passo que tal dinâmica econômica possibilitou o aumento do poder de consumo dos indivíduos e conseqüente melhorias na qualidade de vida da população, houve a elevação da probabilidade de ocorrências de degradações ambientais.

Contra-pondo-se às tendências emergentes, surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável, o qual passou a servir como subsídio para diversos tipos e modalidades organizacionais, fazendo com que as mesmas passassem a tentar incorporá-lo em seus meios de produção, assim como, em filosofia organizacional, na tentativa de associar prudência ecológica, justiça social e eficiência econômica. (AYDOS e FIGUEIREDO NETO, 2019).

Posteriormente, as reflexões originadas mediante a conscientização social acerca da importância do desenvolvimento sustentável, estimularam a criação de pesquisas que visavam obter meios de produção menos evasivos, capazes de provocar menos impactos ambientais, por meio da redução dos impactos sociais e ações industriais.

De acordo com Aydos e Figueiredo Neto (2019) a falta de iniciativas favoráveis à preservação ambiental podem ocasionar na consequente e gradativa perda de patrimônios naturais:

Na ausência de ações em prol da preservação ambiental, os possíveis efeitos deletérios causados ao meio ambiente podem refletir-se na perda de bens naturais e possíveis danos aos seres vivos que habitam o ecossistema degradado. Assim, a importância da preservação ambiental é nítida e precisa ser trabalhada pelos órgãos governamentais, sociedade e empresas. (AYDOS e FIGUEIREDO NETO, 2019, p.36).

Diante desse cenário, o poder público assume a responsabilidade de estabelecer padrões socioambientais, além de determinar diretrizes regulatórias capazes de interferirem em possíveis ocorrências de degradações no meio natural. Desse modo, o Estado assume o dever de promover/preservar o equilíbrio do meio ambiente, por meio da criação e estabelecimento de ações claras e bem definidas, principalmente em relação a fiscalização por meio da sociedade.

De acordo com a redação da Constituição Federal Brasileira de 1988, ficam estabelecidas diretrizes, deveres e obrigações relacionadas ao meio ambiente, ou gestão ambiental como normalmente é tratada, os quais devem ser exercidos de maneira conjunta ente a União, os Estados e os Municípios.

No entanto, Aydos e Figueiredo Neto (2019) asseveram que a maior responsabilidade em relação ao meio ambiente, bem como os que são originários da poluição, cabe aos Estados e Municípios, fazendo com que desponte a necessidade de descentralização da gestão, levando-se em consideração que as manifestações de problemas ambientais ocorrem sob uma perspectiva regional geralmente.



Os avanços ocorridos no século XX em todos os setores sociais e econômicos impulsionaram o consequente desenvolvimento das dimensões que integram a existência humana. Segundo Van Bellen (2006), o crescente desenvolvimento das tecnologias, assim como, a elevação de perspectiva de vida do ser humano, contribuíram para o desenvolvimento da capacidade de autodestruição por meio de das ações dos mesmos. Van Bellen (2006) conta que gradativamente, a sociedade passou a recorrer a materiais e fontes de energia naturais, combustíveis fósseis, e etc., com a finalidade de suprir suas novas necessidades.

De acordo com a supracitada autora, apesar do aumento da demanda em busca de matéria prima natural apresentar-se num nível global, a distribuição desses recursos não ocorria de modo uniforme e igualitário, dando origem às disparidades dos padrões sociais e da capacidade de compra da população de diferentes países, fomentando a criação de índices referentes a crescente desigualdade entre as nações.

Posteriormente, o desenvolvimento de percepções e reflexões acerca da influência que a antroposfera exerce sobre a ecosfera, promoveu a conscientização sobre a existência de problemas ambientais e, conseqüentemente sobre a necessidade de implementação de áreas de desenvolvimento sustentável. (RICO, 2004).

No que concerne os aspectos conceituais que fundamentam desenvolvimento sustentável, Pelicioni (1998) preceitua que a Comissão Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas, estabeleceu que o conceito de desenvolvimento sustentável remete à ideia de suprir as necessidades da sociedade no presente, porém, sem comprometer as necessidades da sociedade no futuro.

O conceito de desenvolvimento sustentado tem sido bastante discutido e utilizado com enfoques muito diferentes, inclusive, com o intuito de ratificar posições, político ideológicas que defendem os interesses capitalistas e de manutenção da situação socioeconômica cultural atual, com todas as desigualdades e com o injusto processo de exclusão crescente que a caracteriza. (PELICIONI, 1998, p. 25).

Diante do exposto, compreende-se que uma comunidade sustentável deverá procurar manter e aprimorar, suas atividades econômicas, sociais e ambientais, e conseqüentemente da região da qual faz parte, viabilizando a vida agradável,

produtiva e saldável, dos indivíduos que a integram. Contudo, é necessário ressaltar que:

Uma condição chave para realizar e medir o progresso quanto à sustentabilidade é a de que as pessoas que tomam as decisões tenham um melhor acesso a dados relevantes. É para isso que se tem os indicadores: instrumentos para simplificar, quantificar e analisar informações técnicas e para comunicá-las aos vários grupos de usuários. (BENETTI, 2006, p. 4).

Nesse contexto, compreende-se que um indicador tem a função de alertar sobre a ocorrência de algum problema, antes que o mesmo assuma maior proporção, possibilitando o desenvolvimento de soluções eficientes, eficazes e efetivas. Van Bellen (2006) explica que os indicadores possibilitam que comunidades com crises de origem social, econômica, ambiental, etc., busquem soluções imediatas para tais problemas, objetivando também, impactos significativos a longo prazo.

Por seu turno, Silva, Selig e Morales (2012) informam que indicadores sociais e econômicos são geralmente utilizados para tomada de decisões de cunho político. No entanto, a monitoração e a avaliação de mudanças e impactos no ambiente exige a utilização de um indicador comparativo. Além disso, os referidos autores afirmam que um indicador econômico não leva em consideração os impactos ambientais ou sociais, bem como, os indicadores ambientais não traduzem as influências sociais e econômicas, além dos indicadores sociais não considerarem os impactos econômicos e ambientais.

Indicadores de sustentabilidade não são indicadores de sucesso econômico e qualidade ambiental. Como a sustentabilidade requer uma visão de mundo mais integrada, os indicadores devem relacionar a economia, o meio ambiente e a sociedade de uma comunidade. (MORAES, 2010, p.30).

Nessa perspectiva, é possível compreender que independentemente da natureza e finalidade dos indicadores, os mesmos apresentam complementaridade de informações, apesar de inexistir influência nas informações e dados disponibilizados pelos mesmos.

Contudo, para garantir que as gerações futuras tenham acesso aos recursos naturais, é necessária a criação de ações de desenvolvimento sustentável, onde a sustentabilidade não deve ser considerada a criação de práticas comuns a qualquer ação, mas sim, disponibilizar iniciativas que sirvam de parâmetros capazes de fundamentar diversos modelos de desenvolvimento.

Não obstante, tais parâmetros devem ser compreendidos como os elementos que balizarão os ganhos dos recursos naturais, a produção consciente de alimentos, a capacidade de sustentabilidade econômica, além dos impactos ocasionados pelas relações sociais que permeiam todas essas atividades.

De modo geral, a criação de novos conceitos de sustentabilidade necessita de indicadores e índices que caracterizem modelos de desenvolvimento reais e aplicáveis, capazes de serem caracterizados como sustentáveis ou não.

## 2.5 O desafio de mensurar os indicadores de sustentabilidade

O desenvolvimento sustentável é algo que engloba diversos fatores basilares, como os valores éticos e morais, os quais servem como principais diretrizes de uma sociedade (comunidade) mediante sua própria concepção de sustentabilidade.

De acordo com Silva, Selig e Morales (2012), para que seja possível tornar um processo de desenvolvimento sustentável de fato, faz-se necessário compreender sua conceituação sob uma perspectiva *strictu*, levando-se em consideração que a denominação “desenvolvimento sustentável” ainda remete a ambiguidades e confusões.

Compreende-se que a ideia de desenvolvimento está intrinsecamente relacionada ao desenvolvimento econômico, devendo ser transportada para o desenvolvimento sustentável por meio da inserção da busca pelo equilíbrio entre as dimensões ambientais, socioeconômicas e institucionais. Nesse caso, torna-se perceptível que o termo desenvolvimento se distancia do significado de crescimento, pois o desenvolvimento sustentável pauta-se na integração do bem-estar dos seres humanos e o bem-estar do ecossistema, caracterizando a integração dos três pilares da sustentabilidade (*Triple Bottom Line*): desempenho econômico, desempenho ambiental e desempenho social:

**O desempenho econômico** – reflete os impactos positivos ou negativos da empresa sobre as circunstâncias econômicas das partes interessadas e sobre o sistema econômico.

**O desempenho ambiental** – mostra os impactos positivos ou negativos da organização sobre sistemas naturais, vivos ou não, incluindo ecossistemas, terra, ar e água.

**O desempenho social** – reflete os impactos positivos ou negativos da organização sobre os sistemas sociais nos quais opera. (VILLAS BÔAS, 2011, p.6).

De acordo com Aydos e Figueiredo Neto (2019) o desenvolvimento sustentável refere-se ao modo como a biosfera é modificada com a finalidade de atender as necessidades dos seres humanos. Desse modo, para que um desenvolvimento possa ser considerado sustentável os fatores sociais, econômicos e ecológicos devem estar em meio a efetivação de perspectivas de curto, médio e longo prazo, sendo necessária a utilização de instrumentos adequados para mensuração dos mesmos.

Diante do exposto, verifica-se que a utilização de indicadores de sustentabilidade viabiliza a execução de análises quantitativas, bem como, o aprofundamento de questões relacionadas as mudanças, impactos, diferenças sociais, políticas, econômicas e ambientais, específicos a cada localidade.

Segundo pesquisa desenvolvida por Seabra (2019), os indicadores possibilitam estabelecer um comparativo entre o cenário atual de uma região (sociedade) e seus objetivos de desenvolvimento, disponibilizando subsídios importantes para gestão de políticas públicas. Seabra (2019) complementa a discussão informando que a função dos indicadores de sustentabilidade é disponibilizar um diagnóstico específico, e posteriormente um prognóstico, promovendo a integração dos componentes de sustentabilidade.

Inicialmente surgiram diversos modelos de indicadores, onde grande parte procurava evidenciar os impactos ocasionados sobre o meio ambiente, como consequência do crescimento econômico. Seabra (2019, p.13) exemplifica essa afirmação citando o “[...] P-S-R (*Pressure-State-Response*), o PIB (Produto Interno Bruto) ou o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano)”.

Além disso, a referida autora conta que a intensificação de movimentos democráticos impulsionou o desenvolvimento de estatísticas e indicadores capazes de interpretar e traduzir a realidade institucional e social, como é o caso da Pegada Ecológica (*Ecological Footprint*), Barômetro de Sustentabilidade (*Barometer of Sustainability*) e o modelo Painel de Sustentabilidade (*Dashboard of Sustainability*). (SEABRA, 2019, p.13).

Dando continuidade a abordagem da presente temática, Seabra (2019) relata que no ano de 2002 ocorreu o lançamento da Agenda 21 brasileira durante a

realização da ECO 92, tornando-se um marco para conscientização da utilização consciente do meio ambiente, e por conseguinte subsidiou a implementação das primeiras políticas públicas voltadas para o planejamento participativo do Estado e sociedade, sob as premissas do desenvolvimento sustentável.

Posteriormente, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) lançou o livro intitulado “Indicadores de desenvolvimento sustentável – Brasil”, por meio de onde;

[...] apresentam um panorama dos principais temas relacionados ao desenvolvimento sustentável no Brasil. Este conjunto de indicadores, foram baseados no modelo proposto pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas designado Livro Azul publicado em 1996 (IBGE, 2012). Em 2015 o IBGE totalizou em 63 indicadores para que podem ser utilizados no Brasil voltados às particularidades da realidade do país. (SEABRA, 2019, p. 13).

É importante destacar que qualquer variável, e por conseguinte, indicador possui sua própria especificidade e significância, sendo sua mais importante característica a importância que adquire diante de processos decisórios e para criação e implementação de políticas públicas. Desse modo, explica-se que são considerados mais relevantes os indicadores que possibilitam resumir e/ou simplificar informações de eventos que ocorrem no cotidiano de uma sociedade.

Partindo de uma percepção macro para uma visualização micro, observa-se que nos âmbitos Municipais os emergentes problemas relacionados a sustentabilidade tendem a exigir novas possibilidades em relação ao desenvolvimento local. Já é perceptível por toda sociedade que antigas e restritivas concepções que limitavam a gestão e a utilização dos bens naturais, não são capazes de controlar ou estimular a criação de estratégias relacionadas a índices de sustentabilidade.

Do mesmo modo, é impossível vislumbrar a idealização ou implementação de programas de desenvolvimento local a partir de espaços externos, pois existe uma grande possibilidade de tais iniciativas não considerarem aspectos políticos e socioambientais locais.

## 4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

### 4.1 Método

Em relação a abordagem da presente pesquisa, explica-se que a mesma apresenta caráter qualitativo e quantitativo podendo ser identificado como um estudo que envolve método misto. Qualitativo por fundamentar-se em fenômenos específicos e indissociáveis do contexto regional, não buscando generalizar os resultados alcançados, e quantitativo pelo fato de utilizar-se de números para apurar os indicadores geoambientais estudados.

Cada vez mais adotamos nas pesquisas geográficas qualitativas técnicas e procedimentos advindos de outras ciências como forma de aprimorar os conhecimentos e entender com maior precisão a realidade pesquisada. As ciências sociais e a antropologia, em especial, vêm contribuindo consideravelmente com opções metodológicas específicas que instigam o pesquisador a adentrar um universo que não se limita apenas à coleta de dados quantitativos. (MARAFON, et al, 2013, p.55).

É importante ressaltar que a presente pesquisa aspirou fundamentar sua abordagem sob uma perspectiva metodológica mista, valendo-se de métodos qualitativos e quantitativos, além do seu desenvolvimento remeter às características interpretativista, considerando que as abordagens discutidas são compreendidas e transmitidas a partir da perspectiva do autor do estudo, o qual vivenciou e experimentou os fenômenos em questão.

Para os interpretacionistas, as organizações são processos que surgem das ações intencionais das pessoas, individualmente ou em harmonia com outras. Elas interagem entre si na tentativa de interpretar e dar sentido ao seu mundo. A realidade social é, então, uma rede de representações complexas e subjetivas [...], que pode ser compreendida através da visão e interpretação dos atores sociais. (OLIVEIRA, 2018, p.9).

Tal explicação evidencia que a metodologia adota contrapõem-se à corrente positivista, a qual vislumbra a existência do mundo independente das análises e interpretações dos indivíduos, como explica Vergara (2015). Desse modo, explica-se também que a fenomenologia abordada pode ser percebida como uma estratégia e como um método científico, tendo em vista que por tratar-se de um estudo qualitativo voltado para perspectivas fenomenológicas, com auxílio do mesmo são

utilizados técnicas e métodos na tentativa de descobrir os fatos e as causas envolvidos na abordagem.

Quanto a natureza da pesquisa, explica-se que o presente estudo se trata de uma pesquisa aplicada ou prática, pois tem como objetivo “[...] gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidas à solução de problemas específicos”. (SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009, p.35). Além disso, ressalta-se que os índices abordados envolvem verdades e interesses universais, independentemente de abranger uma problemática local.

No que concerne a análise de dados, Silveira e Córdova (2009) explicam que o desenvolvimento de uma pesquisa exige a seleção de um método a ser utilizado, o qual atribui a modalidade de pesquisa desenvolvida. Nessa perspectiva, informa-se que consoante aos objetivos estimados, o presente estudo apresenta-se como uma pesquisa descritiva e explicativa, tendo em vista que pretende proporcionar maior familiaridade com o problema em tela, tornando-o mais explícito, bem como, suas consequências. (GIL, 2017).

Ainda discorrendo sobre a análise de dados, Gil (2017) esclarece que uma pesquisa descritiva possibilita que sejam expostos fenômenos pouco abordados, levando em consideração suas dimensões. De acordo com Silveira e Córdova (2009), geralmente as pesquisas exploratórias são pesquisa bibliográfica ou estudo de caso.

Em relação aos procedimentos adotados, pode-se afirmar que o desenvolvimento da pesquisa exigiu levantamento bibliográfico, documental, pesquisa de campo e pesquisa *ex-post-facto*. Para explicar a necessidade dessa junção de procedimentos, recorre-se às informações de Silveira e Córdova (2009), as quais apresentam a pesquisa bibliográfica como o “[...] levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites.” (FONSECA, 2002, apud. SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009, p.37).

Diante do exposto, compreende-se que uma pesquisa bibliográfica configura-se como a junção de conhecimentos reunidos em diversas obras, tendo como objetivo precípuo orientar o leitor mediante a realização de pesquisas sobre um assunto específico. Em outras palavras, a pesquisa bibliográfica é capaz de conduzir o desenvolvimento de um estudo em si mesma, viabilizando assim, o desenvolvimento de outros estudos a partir dos seus conteúdos.

Por sua vez, Silveira e Córdova (2009) informam que uma pesquisa documental é similar a pesquisa bibliográfica, porém, a diferença nesses dois métodos reside na origem das fontes pesquisadas, tendo em vista que as fontes de uma pesquisa documental podem não ter recebido nenhum tipo de tratamento analítico, podem ser elaboradas de acordo com os objetivos da pesquisa, ou ainda, podem receber outras interpretações, independentemente de já terem sido processados.

O estudo de campo é caracterizado pelo desenvolvimento de investigações bibliográficas e documentais, bem como, pela coleta de informações locais. (SILVEIRA e CÓRDOVA, 2009). Compreende-se que a pesquisa de campo tem a intenção de aprofundar a perceptiva sobre uma realidade específica, sendo realizada por meio de observações diretas da realidade estudada.

Em relação à pesquisa *ex-post-facto*, Silveira e Córdova (2009) relatam que esse procedimento volta-se para investigação da relação de causa e efeito entre um fato específico identificado pelo pesquisador e um fenômeno posterior, sendo a principal característica da pesquisa *ex-post-facto* a coleta de dados ocorrer após a ocorrência dos eventos descritos no estudo.

Por fim, explica-se que a análise dos dados obtidos foi realizada por meio de interpretações técnicas científicas associadas com os conceitos e percepções dos autores pesquisados no levantamento bibliográfico, assim como, utilização do MS word para redação da dissertação, MS Excel para agrupamento e categorização dos índices estipulado, e software Qgis 2.18 (software de código aberto, utilizado para elaboração de mapas).

## **4.2 Metodologia**

A constante busca de consenso entre ente o crescimento econômico e a preservação dos recursos naturais trata-se de uma ideologia que vem se fortalecendo cada vez mais nas últimas décadas, na tentativa de fortificar o paradigma do desenvolvimento sustentável. Para tanto, pesquisadores de diversas áreas do conhecimento dedicam-se ao estudo de mecanismos capazes de subsidiar ações sociais que direcionem a população ao desenvolvimento sustentável efetivo.

Contudo, a tão almejada sustentabilidade é algo que não pode ser alcançado instantaneamente, pois é uma mudança caracterizada por aperfeiçoamentos



constantes, bem como transformações estruturais que incluem a participação da sociedade e a complexidade que compõem a mesma.

Diante do exposto, explica-se que se optou pelo desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa, pois levou-se em consideração a utilização de informações e conceitos subjetivos, os quais apresentam teor científico em sua elaboração. Não obstante, os procedimentos técnicos empregados harmonizam-se com as diretrizes de uma pesquisa bibliográfica, por meio da qual foi realizada um levantamento de artigos, teses, dissertações, periódicos e demais estudos capazes de auxiliar no desenvolvimento da presente pesquisa.

A pesquisa bibliográfica foi efetivada consoante as diretrizes sugeridas por Lakatos e Marconi (2017), por meio das quais foram sistematicamente elaboradas etapas específicas ordenadas: delimitação do tema, onde foi determinado o tema acerca da análise de indicadores geoambientais de sustentabilidade no Município de Barcarena; elaboração do plano de estudo, onde foram estabelecidas as estruturas da pesquisa, suas seções e subseções, bem como a formulação dos objetivos propostos.

Posteriormente, foram estipuladas as bases de dados de onde seriam pesquisadas as bibliografias a serem utilizadas. Para tanto, levou-se em consideração o impacto científico e a credibilidade das publicações, a acessibilidade e o nível de discussão sobre a temática discutida no presente estudo. Após a seleção das fontes bibliográficas foram elaborados fichamentos, por meio dos quais os conteúdos foram classificados em uma tabela contendo o nome do autor, ano da publicação, objetivo da pesquisa, principais resultados e o posicionamento do autor sobre o tema abordado.

Além de resgatar informações relacionada a uma pesquisa desenvolvida durante a graduação em Geografia no ano de 2004, a qual foi responsável por despertar o interesse de abordar a referida temática, intitulada “SISBAR - Sistema de Indicadores físicos e socioambientais de sustentabilidade e qualidade de vida para o Município de Barcarena - Pará”, foi realizada uma pesquisa local onde foram coletadas informações atualizadas, assim como foram realizados alguns registros fotográficos de pontos considerados relevantes para a pesquisa. (NILANDER, 2004).

Posteriormente, foi solicitado junto ao Núcleo de Altos Estudos Amazônicos a possibilidade de elaboração dos mapas expostos no presente estudo, levando em consideração a necessidade de utilização de dados atualizados e softwares

especializados para execução de tal tarefa, além de poder elaborar mapas comparativos entre o ano 2000 e o ano de 2010.

A análise e a interpretação, assim como a redação empregada preocupou-se em transmitir a percepção de um gênero descritivo-textual, pois contém fragmentos textuais que servem como alicerce científico argumentativo, para justificar as informações trazidas ao longo da dissertação. Para tanto, optou-se pela localização das fontes bibliográficas em acervo pessoal e bibliotecas, bem como, sites da internet e portais responsáveis pela indexação de conteúdos científicos como Scientific Electronic Library Online (Scielo), Educational Resources Information Center (ERIC), Google Acadêmico, Portal Periódicos CAPES/MEC, Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), Plataforma Science.gov e ScienceResearch.com.

Explica-se que a opção em analisar somente fontes bibliográficas publicadas originalmente na língua portuguesa, parte do pressuposto de que os pesquisadores tendem a ter uma percepção mais apropriada e realista sobre os temas abordados no contexto brasileiro. O recorte temporal tem início no ano de 1985, com a publicação intitulada “Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo”, da autora Magda Adelaide Lombardo (1985), evidenciando a preocupação em estabelecer um comparativo entre as características socioambientais de uma grande metrópole em relação as cidades que compõem o seu entorno.

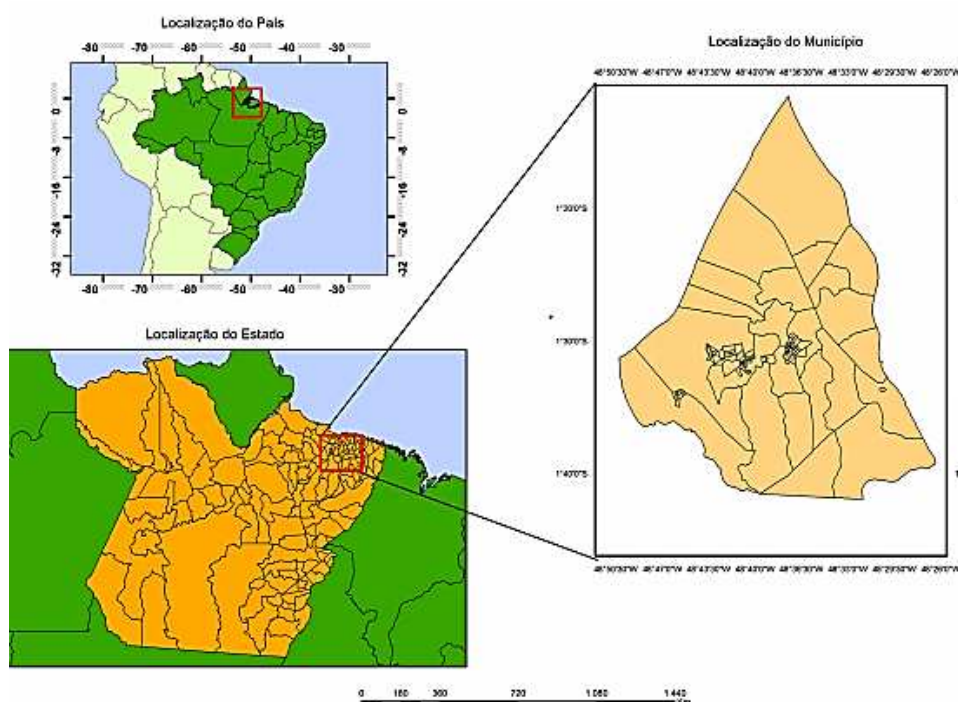
Para realizar a busca bibliográfica nos indexadores científicos na internet, foram utilizadas como critério de busca as respectivas palavras-chave: definição de indicadores; desenvolvimento local; desenvolvimento sustentável; dimensões da sustentabilidade; indicadores de sustentabilidade; indicadores geoambientais; meio ambiente; sustentabilidade. Nessa etapa foi realizada a análise dos títulos, resumos e referências das bibliografias selecionadas, com a intenção de verificar se esses materiais poderiam colaborar com o estudo.

Explica-se que o tipo de análise textual utilizada está diretamente relacionado à análise interpretativa, tendo por finalidade sintetizar as percepções, ideias e conceitos disponibilizados pelos autores, e assim desenvolver uma profunda compreensão das informações transmitidas com auxílio dos textos, sendo a última etapa desse processo o desenvolvimento de uma análise interpretativa crítica, por meio da qual é exposto o posicionamento acerca das informações analisadas.

#### 4.1 Caracterização do Local do Estudo

A região escolhida para o desenvolvimento da presente pesquisa foi Município de Barcarena (figura 4), a qual integra a mesorregião metropolitana do Município de Belém, capital do Estado do Pará.

Figura 4: Área de estudo, Município de Barcarena no Estado do Pará



Fonte: Carmo e Costa (2016, p.7).

De acordo com dados do IBGE (2010), Barcarena possui área total de 1.316,2 km<sup>2</sup>, localizando-se à 30 km ao sudoeste de Belém, capital do Estado do Pará. Além disso, o referido município é delimitado pelos paralelos de latitude 01° 34' 18,6" S e 01° 35' 22,58" S e pelos meridianos de longitude 048° 42' 56,08" W e 048° 46' 11,74" W, sendo o acesso por transporte urbano realizado a partir de Belém pelas rodovias PA - 316, PA - 481 e PA - 483.

O Município de Barcarena limita-se ainda, com os Municípios de Acará, Moju, Abaetetuba e Belém, e à oeste pela baía do Marajó e baía do Guajará como evidencia a figura 5.



Em relação ao contexto histórico local, Nahum (2016) conta que os primeiros indícios históricos que se tem conhecimento reportam ao século XVII, os quais referem-se à uma antiga aldeia de índios Gibiríé, os quais foram catequizados pelos padres jesuítas durante o período colonial. Dentre essas e outras influências religiosas na região, posteriormente o povoado à categoria de freguesia, sob a invocação de São Francisco Xavier de Barcarena, no ano de 1758, não havendo registros históricos mais exatos.

De acordo com Nahum (2016) antes de 1709 as terras hoje, ocupadas pelo Município de Barcarena eram conhecidas pelo nome de Fazenda Gibiríé, recebendo a denominação posterior de Missão Gibiríé, de propriedade dos padres jesuítas, antes de converter-se em Freguesia de São Francisco Xavier de Barcarena.

Sua elevação à categoria de Vila aconteceu mediante a promulgação da Lei Estadual nº 494, de 10 de maio de 1897, ocorrendo sua instalação em 2 de janeiro de 1898, segundo estava estabelecida o Decreto nº 513, de 13 de dezembro de 1897. De modo geral, compreende-se que a história de Barcarena vincula-se diretamente aos acontecimentos políticos-administrativos e territoriais de Belém até os primeiros trinta anos de século XX.

Ainda abordado o percurso histórico de Barcarena, Nahum (2016) esclarece que o nome do Município se originou a partir de um assentamento populacional, onde uma grande embarcação foi batizada como “Arena”, bem como, os habitantes do lugar começaram a chamar a região como barca. A junção das duas palavras fez com que a localidade ficasse conhecida como Barcarena.

No entanto, Nahum (2016) informa a existência de outra versão histórica que remete à uma lei de 6 de junho de 1755, onde a coroa Portuguesa ordenou que lugarejos com determinado número de habitantes fossem convertidos em vilas, as quais passariam a ser chamadas pelos mesmos nomes de cidades e freguesias portuguesas, com a finalidade de extinguir os nomes de algumas localidades que recebiam denominação indígenas.

Nahum (2016) conta que a partir das determinações do Marquês de Pombal por meio da lei de 6 de junho de 1755, seu irmão Francisco Xavier de Mendonça Furtado, então décimo nono governador e capitão geral do Estado do Grão-Pará e Maranhão, escolheu para aldeia de São Francisco Xavier do Gibiríé, a qual encontrava-se missionada pelos jesuítas, o nome da Barcarena para homenagear

sua mulher Violante Velasco Figueiras, nascida na cidade de Barcarena em Portugal.

Somente por meio do Decreto-Lei Estadual nº 2.972, de 31 de março de 1938, a denominação oficial aparece como Barcarena, simplesmente considerada como distrito da jurisdição de Belém. Posteriormente, o Decreto-Lei Estadual nº 3.331, de 31 de outubro de 1938, informa que Barcarena perdia o território da área do Caeté, para o município de Moju.

Por meio do Decreto-Lei Estadual nº 4.505, de 30 de dezembro de 1943, Barcarena passou a categoria de Município do Estado do Pará, bem como fixou seus limites e delimitou sua localização geográfica. No ano de 1956, Barcarena e Murucupi passaram a ser reconhecidos como distritos, os quais integram o território municipal até os dias atuais, abrigando uma população de 63.268 habitantes. (IBGE, 2010).

Segundo o Projeto zoneamento das potencialidades dos recursos naturais da Amazonia legal (IBGE, 1990), Barcarena apresenta níveis topográficos pouco elevados, sobretudo nas ilhas sujeitas que são sujeitas a inundações. Contudo, na porção continental, a topografia local apresenta-se um pouco mais elevada, especialmente na sede do Município, cuja altitude é de 14 metros. (IBGE, 1990).

A geologia do Município é pouco variável, constituída como em toda a microrregião, por sedimentos do Terciário (Formação Barreiras) e do Quaternário, sendo que os sedimentos oriundos do período terciário. Os primeiros estão presentes, sobretudo, na porção continental do Município, enquanto trechos Quaternários estão nas margens dos rios, constituindo a porção insular do Município, onde predominam sobre a sedimentação da Formação Barreiras. (MARTINS, 2010). O relevo reflete claramente a geologia local, predominando na região áreas de várzeas, terraços e tabuleiros, os quais constituem um setor da unidade morfoestrutural que compõe o Planalto Rebaixado da Amazônia (Baixo Amazonas).

Nesse sentido observa-se na figura 6, a relação de altimetria do município em relação à rede fluvial, onde verifica-se como principal acidente hidrográfico de Barcarena a Baía de Marajó, a qual apresenta sua maior abertura para o nordeste, compondo com outras vias hídricas o chamado Golfão Marajoara. (MARTINS, 2010).

É necessário destacar que além dos elementos descritos, existem alguns furos que contribuem para separação da porção continental da parte insular do

Município de Barcarena, dentre os quais destacam-se o furo do arrozal, o qual separa a Ilha de Carnapijó da parte continental e recebe as águas do rio Itaporanga, o qual tem a nascente ao sul do Município.

Martins (2010) ressalta que o rio Itaporanga, assim como, o furo do arrozal, a baía do Marajó e o rio Moju destacam-se pela importância local em relação a navegabilidade que proporcionam, além de se caracterizarem como coletores da drenagem da região.

O clima predominante em Barcarena é o quente equatorial úmido, o qual apresenta uma temperatura média anual é de 27° C com amplitude térmica mínima. De acordo com Martins (2010) são observadas precipitações abundantes acima de 2.500 mm ao ano, ocorrendo predominantemente nos seis primeiros meses, sendo essa intensidade reduzida nos últimos seis meses do ano, o que garante o clima úmido que propicia a manutenção da flora local (floresta tropical).

A cobertura vegetal primitiva, originalmente caracterizada como floresta densa de baixos platôs, predominante entre os Estados do Pará e Maranhão, foi quase totalmente substituída pela ação dos desmatamentos para o plantio de espécies agrícolas de subsistência, dando ensejo nas áreas em pousio à regeneração florestal com diferentes estágios de desenvolvimento da floresta secundária.

Ao longo das margens dos rios e Igarapés, predominam florestas ciliares e áreas de várzeas, principalmente em trechos que ocorrem inundações. Além disso, Martins (2010) relata a existência de regiões de mangue onde tem-se grande quantidade de siriúbas às margens de alguns rios e as ilhas do Município. Contudo, o referido autor relata que durante o ano de 1986, ocorreram na região de Barcarena elevados índices de desmatamento, chegando a corresponder a 63,72% em relação a área total do Município.

Ainda discorrendo sobre o Município de Barcarena, Martins (2010) relata que o fato da região ser banhada pela Baía do Marajó contribui para que a região seja contemplada por diversas praias de água doce com beleza paradisíaca, dentre as quais destacam-se a praia do Carijó, praia de Vila do Conde, praia de Itupanema, praia do Caripí, dentre outras.

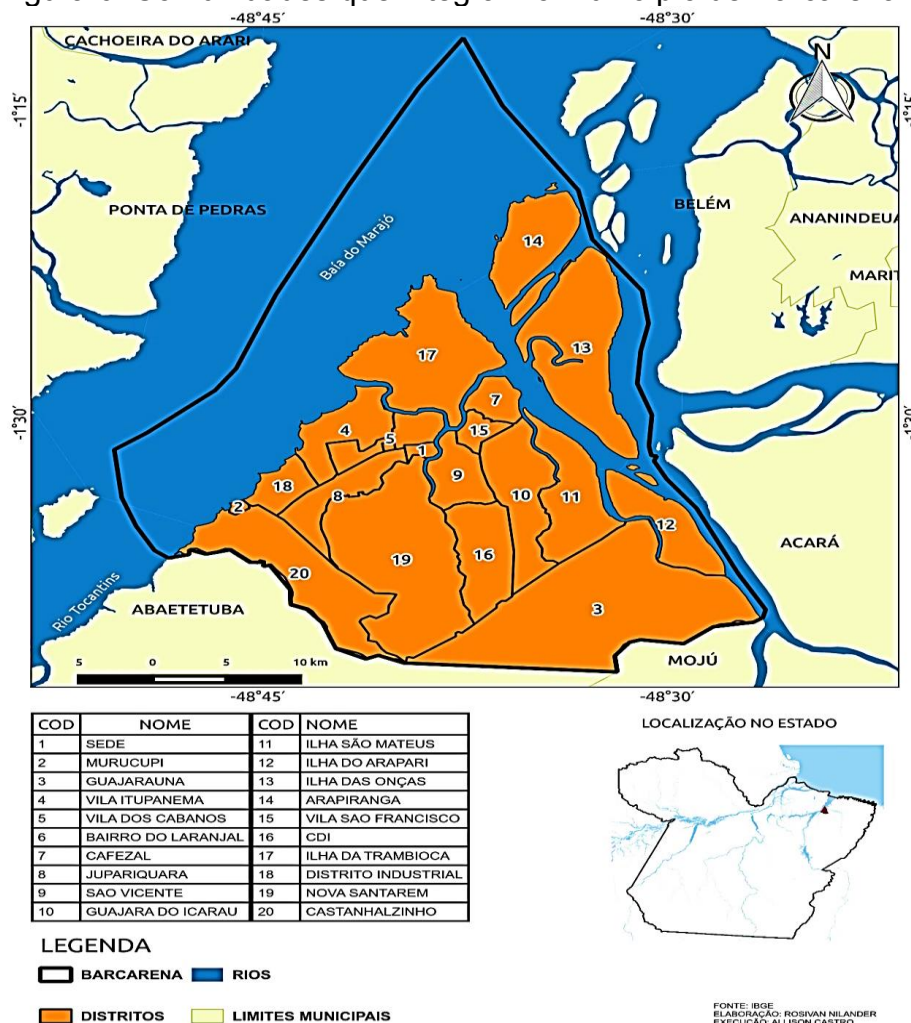
Hespanhol e Melazzo (2017) explicam que Barcarena é um dos 11 Municípios que integram a região do Baixo Tocantins, o qual é caracterizado por territórios que guardam forte presença ribeirinha, uma vez que, o rio Tocantins apresenta grande importância como meio de integração dessas localidades. Os referidos autores

asseveram que essa região foi ambientalmente afetada devido a instalação de dois grandes projetos: a usina hidrelétrica de Tucuruí e o complexo mineral Albrás-Alunorte.

Contudo, esses impactos ambientais contribuíram para intensificação da abertura de rodovias com a finalidade de interligar as localidades da região. Atualmente o Baixo Tocantins caracteriza-se como um território híbrido com forte influência do meio natural (rio Tocantins) e do meio artificial (rodovias de integração).

O Decreto-lei estadual nº 4.505, de 30 de dezembro de 1943, especificou que o município de Barcarena era constituído pelos distritos de Barcarena e Murucupi. No entanto, o aumento populacional impulsionou mudanças administrativas relevantes, fazendo com que a partir de 03 de janeiro de 1944 ficava reconhecido que o Município passava a possuir 20 unidades de planejamento tal como é apresentado na figura 6.

Figura 6: Comunidades que integram o município de Barcarena (PA)



Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de IBGE (2010)



#### 4.1 Levantamento de Dados

Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico, com a finalidade de substanciar teoricamente a compreensão da temática proposta, e assim, analisar informações primárias e secundárias concernentes à problemática ambiental e a área de estudo.

Após essa etapa, ocorreu o trabalho preparatório, bem como a realização da pesquisa de campo na área em estudo, para verificar os dados relacionados às principais variáveis da pesquisa que são os indicadores de sustentabilidade ambiental e os impactos ambientais diretos e indiretos de variadas ordens, com o intuito de confecção o mapa base de Barcarena, a partir de um mapa já georeferenciado pelo IBGE (2010). Por conseguinte, foram identificados e classificados os diferentes tipos de degradações ambientais através do uso do solo e o manejo dos recursos.

Os trabalhos de campo foram realizados primeiramente como reconhecimento de campo no período inicial da pesquisa quando foi registrado, em fotografias. Em um segundo momento, o trabalho de campo consistiu de levantamento de dados junto à prefeitura, à câmara dos vereadores, dados dos quais desencadeou, então, o processo de seleção, comparação das informações para sistematização dos resultados.

Outra fase do trabalho de campo se estendeu recentemente até o município de Barcarena onde se buscou verificar o nível de participação entre a sociedade civil, o poder público e a iniciativa privada, mais além, as mudanças sócias espaciais decorrentes do processo de instalação dos grandes projetos mínero-metalúrgico nesse município.

Realizada a pesquisa de campo, os dados obtidos foram analisados por meio de tratamento estatístico. Desse modo, foi possível elaborar mapas temáticos, plantas urbanas e croquis da área, por meio do levantamento de indicadores ambientais, onde são evidenciados os seguintes itens: áreas desmatadas e as queimadas, disposição de resíduos sólidos e líquidos e coleta de água.

Em outro momento foi realizada a análise e a interpretação dos indicadores ambientais, com a inação de comparar situações existentes entre anos diferenciados e ao mesmo tempo, mensurar os dados sobre degradação ambiental.

A determinação dos índices geoambientais foi desenvolvida com auxílio dos dados publicados pelo IBGE (2010), por meio do censo realizado entre os anos 2000 e 2010. Em meio ao universo de dados analisados, foram utilizadas as bases cartográficas dos setores censitários referentes ao total de domicílios, a coleta de lixo, ao fornecimento de água e a destinação de resíduos.

A malha dos setores censitários apresenta um detalhamento extenso, fazendo com que fosse necessário o agrupamento desses setores em distritos de acordo com as características do município, fato que pode ser constatado por meio da tabela 01 abaixo.

Tabela 1: Dados censitários do Município de Barcarena conforme cada região

<b>LOCALIDADE</b>	<b>SETORES</b>
<b>Castanhalzinho</b>	150130310000007/0022
<b>Murucupi</b>	150130310000001 a 0006
<b>Vila Itupanema/Dist. Industrial</b>	150130310000021/0024/0025/0026/0016-0017
<b>Vila dos Cabanos</b>	150130310000009/11/12/13/27/28/10/23/08/14/15/20/18/19/ 150130305000041/68/24/26/25/66/67/23/69
<b>Bairro do Laranjal</b>	150130305000022/65
<b>Jupariquara</b>	150130305000030/53/52/51/75/50/48/47/46/49/70
<b>Ilha da Trambioca</b>	150130305000071/72/31
<b>Sede</b>	150130305000054/76/55
<b>Cafezal</b>	150130305000021/42
<b>São Vicente</b>	150130305000044/20
<b>Vila São Francisco</b>	150130305000058/59/09/60/61/02/10/11/12/03/04/57/01/56/ 05/06/07/08/16/64/63/15/14/13/62/17/18/19
<b>Nova Santarém</b>	150130305000029
<b>CDI</b>	150130305000028
<b>Guajará do Icarau</b>	150130305000027
<b>Ilha São Mateus</b>	150130305000040
<b>Ilha do Arapari</b>	150130305000038
<b>Guajaraúna</b>	150130305000039/43
<b>Arapiranga</b>	150130305000034/73
<b>Ilha das Onças</b>	150130305000035/37/74/36

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados do IBGE (2010)

Utilizando o software Qgis 2.18 e o arquivo shp contendo os setores censitários de Barcarena, foram selecionados os setores censitários e criação da

área do distrito de acordo com os setores descritos na tabela anterior, para construção da base cartográfica que seria utilizada.

Após a elaboração da base cartográfica, foram selecionados dados do IBGE capazes de subsidiar o desenvolvimento da análise ambiental. Após a coleta de dados foi elaborada a tabela 2, a qual elenca as variáveis estimadas para o ano 2000.

Tabela 2: Estabelecimento de critérios cartográficos para o ano 2000

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>ESPECIFICAÇÃO</b>
V0003	Domicílios particulares permanentes
V0018	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
V0021	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade
V0025	Domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água
V0029	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário
V0030	Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial
V0031	Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica
V0032	Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar
V0033	Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via vala
V0034	Domicílios particulares permanentes, com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar
V0035	Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro
V0049	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza
V0050	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado em caçamba de serviço de limpeza
V0051	Domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade
V0052	Domicílios particulares permanentes com lixo enterrado na propriedade
V0053	Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro
V0054	Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar
V0055	Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo
V0003	Domicílios particulares permanentes

**Fonte:** Elaborado pelo autor a partir de dados do IBGE (2010)

O mesmo procedimento adotado para elaboração da tabela referente ao ano 2000 foi realizado para obtenção das variáveis ao ano de 2010, os quais podem ser verificados por meio da tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Estabelecimento de critérios cartográficos para o ano de 2010

VARIÁVEIS	ESPECIFICAÇÃO
V002	Domicílios particulares permanentes
V012	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral
V013	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade
V014	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da chuva armazenada em cisterna
V015	Domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água
V016	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário
V017	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial
V018	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica
V019	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar
V020	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala
V021	Domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar
V022	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro
V035	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado
V036	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado por serviço de limpeza
V037	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado em caçamba de serviço de limpeza
V038	Domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade
V039	Domicílios particulares permanentes com lixo enterrado na propriedade
V040	Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro
V041	Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar
V042	Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo

**Fonte:** Elaborado pelo autor a partir de dados do IBGE (2010)

De posse dos dados foi realizado o tratamento dos mesmos. Para manipulação dos arquivos vetoriais do Projeto TerraClass, foi utilizado o software Qgis 2.8. Os dados de uso e cobertura do solo referente à área do município de Barcarena apresentam-se divididos em duas cenas LANDSAT (223/61 e 224/61).

Posteriormente, foi necessário unir as duas cenas para formarem um único mosaico. Após isso, recortou-se a área correspondente ao município de Barcarena e, sobre esse recorte aplicou-se a função de intersect com a malha de distritos para agregar os dados de uso e cobertura aos limites distritais. Dessa forma, foi possível calcular a área de cada classe e a porcentagem de cobertura para cada distrito.

Em relação aos dados do IBGE, após terem sido escolhidas as variáveis a serem utilizadas, procedeu-se à soma do valor obtido de cada variável em relação a cada setor com a intenção de determinar o valor correspondente a cada distrito. Após a organização dos valores de cada distrito, foram elaborados os mapas nos quais foram estabelecidas cinco classes por meio do método quebra natural (*natural jenks*).

De acordo com ALBUQUERQUE (2008), “[...] o método da quebra natural de Jenks (1967) tem como objetivo encontrar os intervalos de classes de modo a minimizar a variância dentro das classes”. Utilizando o software QGIS 2.8, foram feitos os mapas mostrando a distribuição espacial das variáveis utilizadas.

## **5 RESULTADOS**

Os Resultados versaram sobre a qualidade das condições físicas e socioambientais, de forma a proporcionar um perfil das mudanças socioeconômicas e físico-ambientais que afetam as condições de vida locais.

### **5.1 Percepções em relação aos aspectos físicos-ambientais observados**

O indicador de sustentabilidade estimado para Barcarena é composto pela agregação analítica e gráfica de outros indicadores relevantes, no sentido de obter uma média aritmética entre os mesmos, e assim obter o respectivo índice de sustentabilidade. Para tanto, levou-se em consideração os respectivos fatores socioambientais:

- Existência e evolução de uma política de planejamento urbano adequada às características geomorfológicas e ambientais do município;
- Participação pública no planejamento urbano do município;
- Integração da política ambiental e urbana dos vários órgãos municipais;
- Existência e evolução de uma estratégia de tratamento adequado dos resíduos sólidos e líquidos;
- Percentual da população atendida pela rede de saneamento;
- Evolução da contaminação da água das praias e lagoas;

- Área recuperada dos ecossistemas degradados, principalmente das unidades de conservação;
- Número de unidades de conservação demarcadas, sinalizadas e monitoradas;
- Novas unidades de conservação criadas e/ou implantadas;
- Evolução da diversidade da fauna e flora;
- Número de ações abrangentes de informação e educação ambiental.

Por seu turno, no que se refere a cobertura florestal e uso do solo, foi realizada uma avaliação quantitativa da cobertura florestal, a qual é representada pela superfície remanescente de vegetação arbórea em relação à superfície total do município. Explica-se que para essa análise ser completa, é importante levar em consideração aspectos quantitativos e qualitativos de fatores importantes como: unidades de conservação, áreas propícias à retirada da cobertura, áreas impróprias para esse fim (áreas de risco), matas ciliares, bem como, a relação estabelecida entre matas nativas e exóticas.

A cobertura do solo pela vegetação representa proteção ao meio ambiente, podendo ser lista uma série de benefícios quando se tem a cobertura do solo pela vegetação, tais como: habitat para fauna, proteção contra erosão do solo, condicionamento microclimático, benefícios paisagísticos, dentre outros. A quantidade de superfície do município de Barcarena coberta por vegetação representa, portanto, benefícios ambientais de grande importância.

Em relação aos diferentes tipos de vegetação existentes, a vegetação nativa representa melhor condição que a vegetação exótica, enquanto que em relação ao porte, a vegetação de maior porte também protege mais que vegetação de pequeno porte. Para mensurar a quantidade e a qualidade da cobertura vegetal no município de Barcarena, foi criado o indicador de cobertura vegetal, o qual representa a quantidade de superfície remanescente de vegetação arbórea em relação à superfície total do Município.

O indicador de cobertura vegetal é expresso pelo percentual de terra coberta por florestas em relação à superfície total do Município. Este indicador foi obtido por meio da interpretação de imagens de satélite LANDSAT-TM dentro do ambiente SPRING, orientando-se pela metodologia de interpretação de dados de uso do solo.

O ambiente Spring configura-se como um sistema que permite montar um processo de amostragem de classes de uso/cobertura do solo com base em informações visuais e radiométricas, para posterior interpretação da imagem de forma automática. A interpretação realizada pode ser enquadrada como básica, necessitando de ajustes e melhorias, já que requer mais tempo para um tratamento completo da imagem e obtenção do máximo de informações e maior checagem de campo.

Em relação a melhorias implementadas, destaca-se o processo de interpretação/classificação da imagem, o qual foi realizado com maior exatidão, devido o melhor processamento de contraste das imagens utilizadas.

Para garantir a autenticidade em relação a metodologia utilizada, também foram utilizadas informações que possibilitassem controlar os problemas observados na metodologia utilizada anteriormente. As diferenças constatadas evidenciam que o reflorestamento e a vegetação secundária em estágio avançado foram incluídos na mesma classe.

Para estabelecer os indicadores de uso/cobertura do solo foram considerados fatores ambientais relevantes, aos quais foram posteriormente atribuídos valores de abrangência por quilometro quadrado e percentual correspondentes ao serem elencados na tabela 4.

- Áreas urbanizadas (áreas urbanas, cidade, estradas e movimentos do solo);
- Pastagem e Agricultura (áreas cobertas por pasto sujo e pasto limpo e áreas agrícolas com culturas de pequeno porte);
- Rios e Águas (superfícies cobertas por água: rios, lagoas, açudes, etc.);
- Vegetação arbórea (áreas cobertas por vegetação de porte considerado arbóreo);
- Reflorestamento (áreas cobertas por plantações florestais com espécies predominantemente exóticas).

Tabela 4: Classes de uso do solo

<b>CLASSE DE USO</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Áreas Urbanizadas	69,22	13,44
Pastagem / Agricultura	72,02	13,99
Rio / Águas	4,04	0,78
Reflorestamento	2,45	0,48
Vegetação nativa em estágio inicial, médio ou avançado	367,11	71,30
<b>Total</b>	<b>514,91</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Adaptado do PPA de Barcarena (2013)

Em relação a disposição de resíduos, verifica-se que o referido índice é responsável pela avaliação do modo de disposição e tratamento final de resíduos de origem urbana e industrial gerados no município, levando em consideração que um cenário ótimo apresenta tratamento de resíduos de acordo com as recomendações técnicas de proteção sanitária e ambiental, e um cenário péssimo possui inexistência de atendimento às diretrizes técnicas de proteção sanitária e ambiental.

De posse desses dados e informações foi possível categorizar e atribuir respectivos pesos aos indicadores parciais, compondo a tabela 5 abaixo.

Tabela 5: Atribuição de valores aos indicadores parciais

<b>Disposição e/ou tratamento</b>	<b>Indicador</b>
Inexistência	0,0
Lixão	0,1
Aterro Controlado	0,5
Aterro Sanitário	0,8
Aterro Industrial	1,0
Incineração	1,0
Reciclagem	1,0

Fonte: Adaptado do PPA de Barcarena (2013)

O valor final do indicador é ponderado pela quantidade de resíduo de determinado tipo em relação à quantidade total gerada no Município, sendo o seu cálculo realizado por meio da somatória das ponderações dos índices parciais, considerando a relevância que o mesmo representa em relação ao total.

Em relação aos resíduos industriais, o aterro industrial é considerado a melhor situação e, para o séptico a incineração, sendo essas informações listadas na tabela 6 abaixo.



Tabela 6: Tipo de disposição de resíduos

<b>Tipo de resíduo</b>	<b>Quantidade (%)</b>	<b>Fator de peso</b>	<b>Resultado Índice Parcial</b>
Doméstico	46,68	0,5	23,34
Industrial	21,37	0,5	10,68
Entulho	5,91	0,5	2,97
Público	14,78	0,5	7,39
Comercial	2,87	0,5	1,43
Séptico	0,1	0,5	0,05
Esgoto	3,42	0,5	1,71
Reciclado	4,87	1,0	4,87
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>-</b>	<b>52,39</b>

Fonte: Adaptado do PPA de Barcarena (2013)

Para tanto, levou-se em consideração aos critérios listados abaixo:

- Índice de habitantes ligados à rede de coleta e tratamento de esgotos;
- Combate às ligações clandestinas na rede pluvial;
- Recuperação da balneabilidade das praias e lagoas, e o saneamento dos córregos que cortam o município (principal indicador);
- Redução significativa de doenças infecto - contagiosas;
- Programas de incentivo ao tratamento descentralizado, por exemplo, projetos de tratamento comunitário de dejetos líquidos para novos condomínios, ou para condomínios e obras a partir de certo tamanho, etc.
- Campanhas educativas para destinação correta de dejetos líquidos contaminantes (esgotos) ou poluentes (óleos de fritura, lubrificantes, combustíveis), fiscalização, controle e se necessário punição.
- Percentual da população atendida tanto por coleta comum como por coleta seletiva;
- Produção Per capita de lixo total;
- Percentual do lixo separado;
- Quantidade de lixo encaminhado ao aterro sanitário;
- Controle do lixo biológico ou contaminante;
- Coleta separada e destinação adequada para o lixo tóxico (pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, etc.) envolvendo consumidores, revendedores e fabricantes;
- Existência ou não de políticas globais (envolvendo produtores, comerciantes e consumidores), visando maior consciência Reduzir- Reciclar- Reutilizar;

- Investimento per capita específico para educação ambiental e ampliação da coleta seletiva;
- Atividades e programas para soluções descentralizadas e tratamento local pelo menos da parte orgânica e reciclável do lixo;
- Estimativa de prejuízos econômicos e ambientais à cidade e seu entorno por manejo equivocado dos resíduos sólidos.

Mediante a associação de dados cartográficos e informações provenientes do IBGE (2010), foram elaborados mapas, por meio dos quais foi possível setorizar cada índice em questão no Município de Barcarena.

De posse das informações em questão, foi realizada a soma dos dados correspondentes aos setores censitários e os respectivos distritos, com a finalidade de construir as tabelas referente aos anos 2000 e 2010, considerando-se os valores totais de cada variável para cada um dos distritos a serem utilizados como recorte espacial para determinação dos indicadores geoambientais.

Após a construção das tabelas, associou-se espacialmente cada conjunto de valores de um distrito existente em cada uma delas ao seu correspondente espacial na base cartográfica construída em formato shp, possibilitando a análise espacial com auxílio do software Qgis 2.18.

Para determinação dos índices geoambientais foram seguidos os seguintes passos:

**PASSO 1:** Foram determinadas as fórmulas para calcular os índices de cada componente (água, esgoto e lixo) individualmente, para cada distrito. Para água, a fórmula estabelecida foi a seguinte:

$$\frac{(((\text{AGERAL} / \text{TP}) * 3) + ((\text{APOCO} / \text{TP}) * 2) + ((1 - (\text{AOUTRA} / \text{TP})) * 1)) / 4) * 100}{}$$

**Onde:**

**AGERAL** → Abastecimento por rede geral do município;

**APOCO** → Abastecimento por poço artesiano;

**AOUTRA** → Outras formas de abastecimento de água;

**TP** → Total de propriedades.

Para a água (rede de abastecimento geral e poços artesianos), foram consideradas com efeito positivo para o índice geoambiental. Já outras formas de abastecimento são consideradas com efeito negativo para o índice geoambiental.

Em relação ao esgoto, a fórmula utilizada foi a seguinte:

$$\frac{(((\text{ESG\_GERAL} / \text{TP}) * 3) + ((\text{ESG\_FOSS} / \text{TP}) * 2) + ((1 - (\text{ESG\_RUD} / \text{TP})) * 1) + (1 - (\text{ESG\_OUT} / \text{TP})) * 2) / 6) * 100}{}$$

**Onde:**

**ESG\_GERAL** → Esgoto pela rede geral do município;

**ESG\_FOSS** → Esgoto por fossa séptica;

**ESG\_RUD** → Esgoto por fossa rudimentar;

**ESG\_OUT** → Esgoto por outras formas;

**TP** → Total de propriedades.

Explica-se que para o esgoto, levou-se em consideração a rede geral de esgoto e as fossas sépticas, os quais consideram-se elementos positivos para o índice geoambiental, sendo o por rede geral com peso 3 e o fossa séptica com peso 2. Já os esgotos descritos por fossa rudimentar ou por outras formas, deve-se considerar um efeito negativo para o índice geoambiental, tendo o por fossa rudimentar peso 1 e o outras formas, peso 2.

Para o lixo, a fórmula utilizada foi:

$$\frac{(((\text{LIXO\_COL} / \text{TP}) * 3) + ((1 - (\text{LIXO\_TERR} / \text{TP})) * 3) + ((1 - (\text{LIXO\_OUT} / \text{TP})) * 2) / 8) * 100}{}$$

**Onde:**

**LIXO\_COL** → Lixo coletado;

**LIXO\_TERR** → Lixo descartado em terrenos;

**LIXO\_OUT** → Outros descartes de lixo;

**TP** → Total de propriedades.

Em relação ao lixo, determinou-se que o lixo coletado apresenta efeito positivo para o índice geoambiental, apresentando peso 3. Já o lixo descartado em

terrenos e outras formas, apresentam efeito negativo para o índice geoambiental, possuindo o lixo em terrenos peso 3 e em outras formas de descarte peso 2.

O valor de média final foi estabelecido a partir da lógica da proporcionalidade, onde pesos positivos maiores apresentam pesos negativos de igual valor e intensidade.

**PASSO 2:** Foram estabelecidos os diferentes níveis de sustentabilidade:

Tabela 7: Atribuição de valor aos respectivos níveis de sustentabilidade

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>FAIXA</b>
Insustentável	0,00 a 0,25
Potencialmente insustentável	0,25 a 0,50
Intermediário	0,50 a 0,70
Potencialmente sustentável	0,70 a 0,85
Sustentável.	0,85 a 1,00

**Fonte:** Elaborado pelo autor

**PASSO 3:** Após determinar as fórmulas responsáveis pelo cálculo dos índices individuais, foi realizada a classificação dos distritos de acordo com os valores obtidos, levando em consideração os níveis de sustentabilidade estipulados. Os cálculos e a classificação em questão foram realizados com auxílio o software Qgis 2.18, onde foram utilizadas as ferramentas do software na tabela com os valores para cada distrito.

Nessa etapa foram elaborados os mapas de cada classe, por meio dos quais apresentam-se cada índice individual (água, esgoto e lixo) em percentuais correspondentes a cada distrito, assim como, o mapa que descreve o nível de sustentabilidade para cada índice individual em cada distrito.

**PASSO 4:** Para determinar o índice de sustentabilidade geoambiental geral do município de Barcarena em relação aos anos de 2000 e 2010, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$(ESG * 3 + LIXO * 2 + \text{ÁGUA} * 1) / 3$$

Por fim, foi elaborado o mapa com a classificação de níveis de sustentabilidade para cada distrito de Barcarena, dos anos de 2000 e 2010, a partir da respectiva fórmula.

De acordo com o estudo realizado constatou-se que o lixo de Barcarena é composto por aproximadamente 70% de resíduos industriais, 20% de resíduos comerciais, 5-10% de resíduos domésticos/construção civil e 1% de lixo hospitalar. Contudo, somente 15% são de fato rejeitos não recicláveis, sendo 50% composto por resíduos sólidos orgânicos recicláveis por meio de compostagem e 35% potencialmente reciclável por meio de processos industriais.

Constatou-se que cerca de 75% dos moradores de Barcarena não tem acesso ao sistema de coleta de lixo convencional (porta a porta), que por sua vez, contempla apenas 25% da população que reside em locais de fácil acesso para os caminhões da coleta além de disporem de lixeiras comunitárias. Ressalta-se que a população que não dispõe do serviço de coleta de lixo costuma descartar o lixo nas ruas, muitas vezes, próximo de rios, córregos ou praias.

Destarte, mediante a coleta de dados e informações, bem como, a manipulação dos mesmos com auxílio de software especializado, chegou-se aos valores elencados nas tabelas abaixo.

Tabela 8: Percentual de efetividade de coleta de lixo

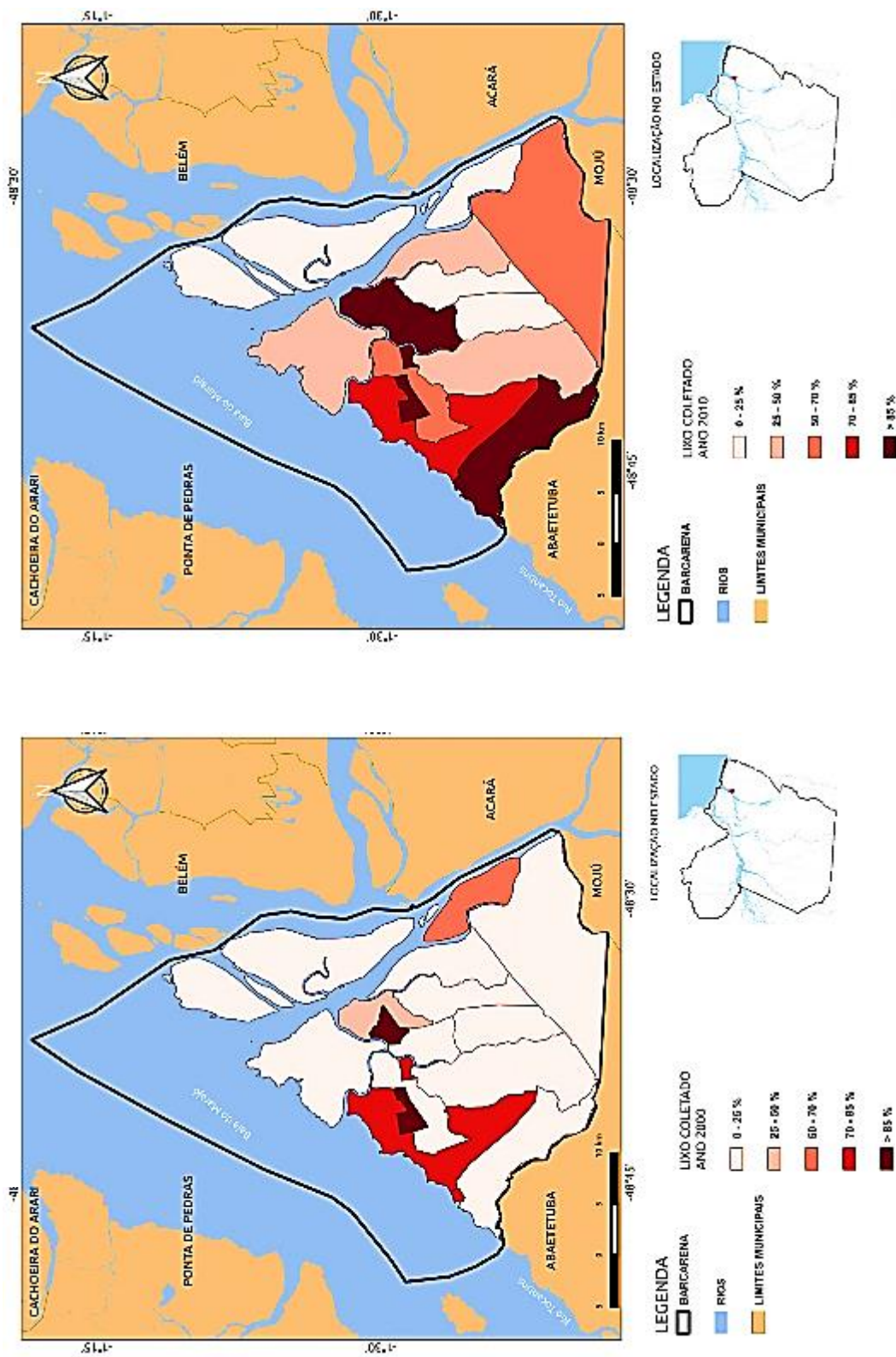
<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	1,2	10,5%
Potencialmente Insustentável	10,5	34,3%
Intermediário	34,3	63,5%
Potencialmente sustentável	63,5	86,7%
Sustentável	86,7	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a tabela 8 é possível constatar que, apesar do município de Barcarena apresentar significativos percentuais correspondente a coleta de lixo, sendo 10,5% insustentável e 34,3% potencialmente insustentável, os maiores destaque referem-se aos aspectos intermediário (63,5%), potencialmente sustentável (86,7%) e o predominante percentual correspondente a sustentável (100%).

Contudo, os mapas comparativos entre os anos 2000 e 2010 evidenciam uma outra realidade, como pode ser comprovado por meio da figura 7, onde fica evidente que no ano 2000 grande porção do município não era atendida pela coleta de lixo, porém esse cenário apresenta-se totalmente modificado no ano de 2010. Mesmo assim, ainda é possível observar pequenas áreas em que a coleta corresponde a um intervalo percentual de 0 a 25%.

Figura 7: Coleta de lixo em Barcarena entre os anos 2000 e 2010



Não obstante, com a intenção de constatar o cenário de destinação de resíduos na forma de lixo no município de Barcarena, optou-se por considerar outros

aspectos relevantes como o volume de lixo enterrado, destinação diversificada de resíduos, percentual de lixo queimado e volume de lixo jogados em terrenos baldios. Tais dados foram devidamente tratados no software e os resultados foram elencados nas tabelas abaixo, bem como, utilizados para confecção dos mapas comparativos nas figuras 7 e 8, culminando com os mapas da figura 9, onde apresenta-se o comparativo acerca da relação entre sustentabilidade de destinação do lixo entre os anos 2000 e 2010.

Tabela 9: Lixo Enterrado

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0,0	0,2%
Potencialmente Insustentável	0,2	0,5%
Intermediário	0,5	1,2%
Potencialmente sustentável	1,2	2,1%
Sustentável	2,1	3,7%

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Apesar de apresentar um percentual relativamente baixo, é importante destacar o perigo relacionado ao lixo enterrado, tendo em vista que apesar do lixo orgânico ser consumido por bactérias e cogumelos, tem-se também a eliminação de outros resíduos, como plásticos, metais, resíduos químicos, etc., os quais são responsáveis pela contaminação do solo e muitas vezes de lençóis freáticos que abastece famílias locais.

O mesmo cenário pode ser considerado nas tabelas 10 (lixo e outros destinos), 11 (lixo queimado) e 13 (lixo descartado em terrenos baldios) levando-se em consideração que nem todo material queimado pelos indivíduos é totalmente incinerado, restando resíduos que levam longo tempo para decomposição. Além dos fatores descritos acima, tem-se também os resíduos descartados nos rios descritos na tabela 12, que mesmo apresentando percentuais reduzidos, não podem ser ignorados.

Tabela 10: Lixo e outros destinos

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0	0
Potencialmente Insustentável	0	1
Intermediário	1	2
Potencialmente sustentável	2	8
Sustentável	8	10

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Tabela 11: Lixo queimado

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0,0	4,9%
Potencialmente Insustentável	4,9	13,0%
Intermediário	13,0	45,5%
Potencialmente sustentável	45,5	66,7%
Sustentável	66,7	98,8%

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Tabela 12: Lixo descartado em rios

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0	0
Potencialmente Insustentável	0	1
Intermediário	1	3
Potencialmente sustentável	3	4
Sustentável	4	5

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Tabela 13: Lixo descartado em terrenos baldios

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0,00	0,00%
Potencialmente Insustentável	0,00	0,37%
Intermediário	0,37	1,32%
Potencialmente sustentável	1,32	3,46%
Sustentável	3,46	6,23%

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

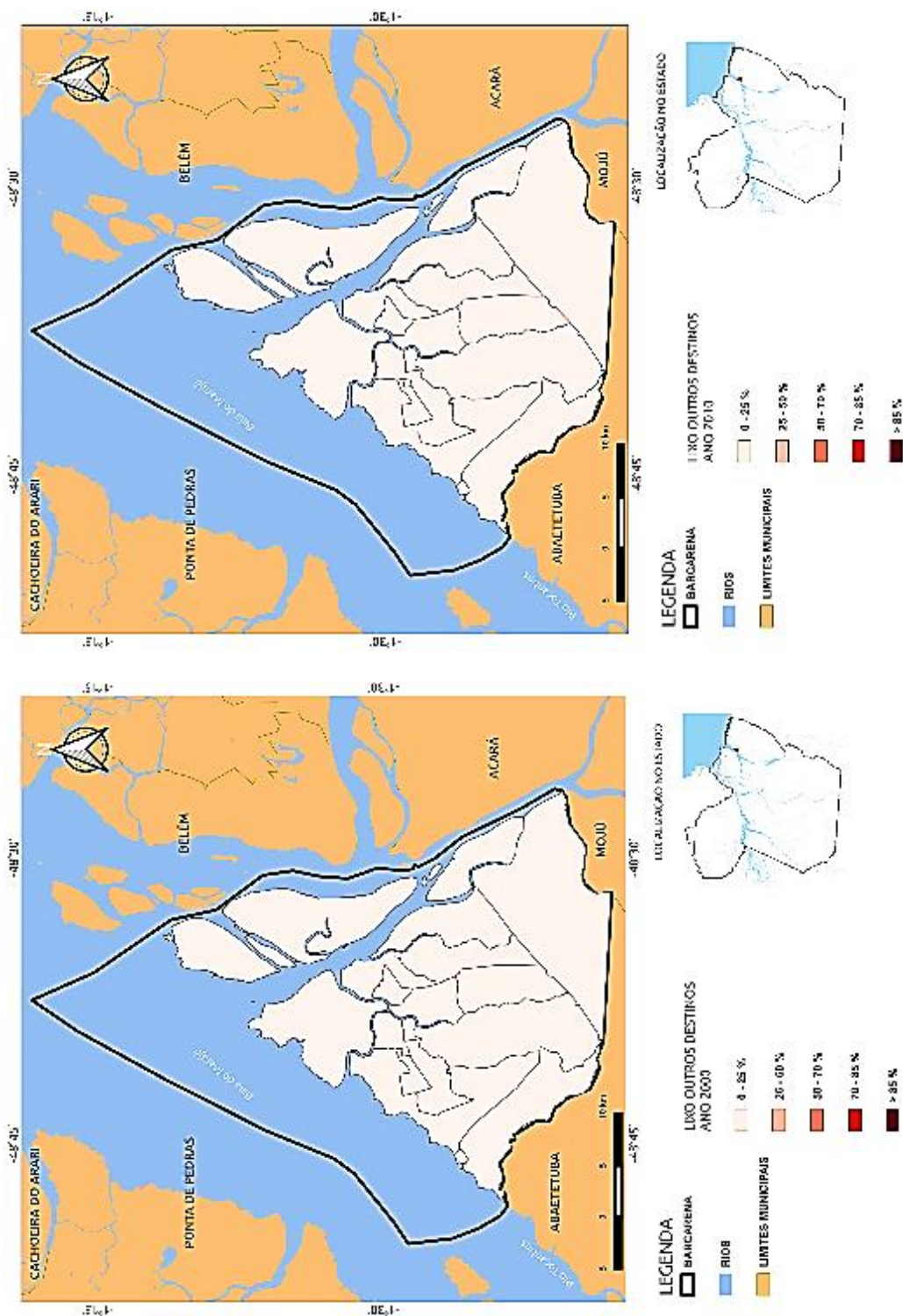
Em relação aos mapas comparativos acerca do descarte de lixo no município de Barcarena, a comparação entre os anos de 2000 e 2010 demonstram que o cenário se manteve o mesmo, porém, no que se refere ao descarte de lixo em terrenos, verifica-se com auxílio da figura 8 que no ano 2000 predominava o descarte de lixo em terrenos, sendo identificado ao tratamento adequado direcionado à uma pequena porção local. Contudo, apesar desse cenário apresentar-se totalmente modificado no ano de 2010, constata-se que houve apenas uma redução, porém ainda existe o descarte de lixo na terra na região estudada.

Os resultados apresentados podem ser resumidos por meio da figura 9, na qual é descrito a sustentabilidade em relação ao tratamento do lixo no ano 2000 e em 2010. De acordo com os mapas em questão é perceptível que no ano 2000 predominavam regiões insustentáveis na região, sendo a localidade próxima da Albrás-Alunorte a que apresentou maior percentual potencialmente sustentável. Contudo, apesar de no ano de 2010 existirem mais áreas sustentáveis, ainda



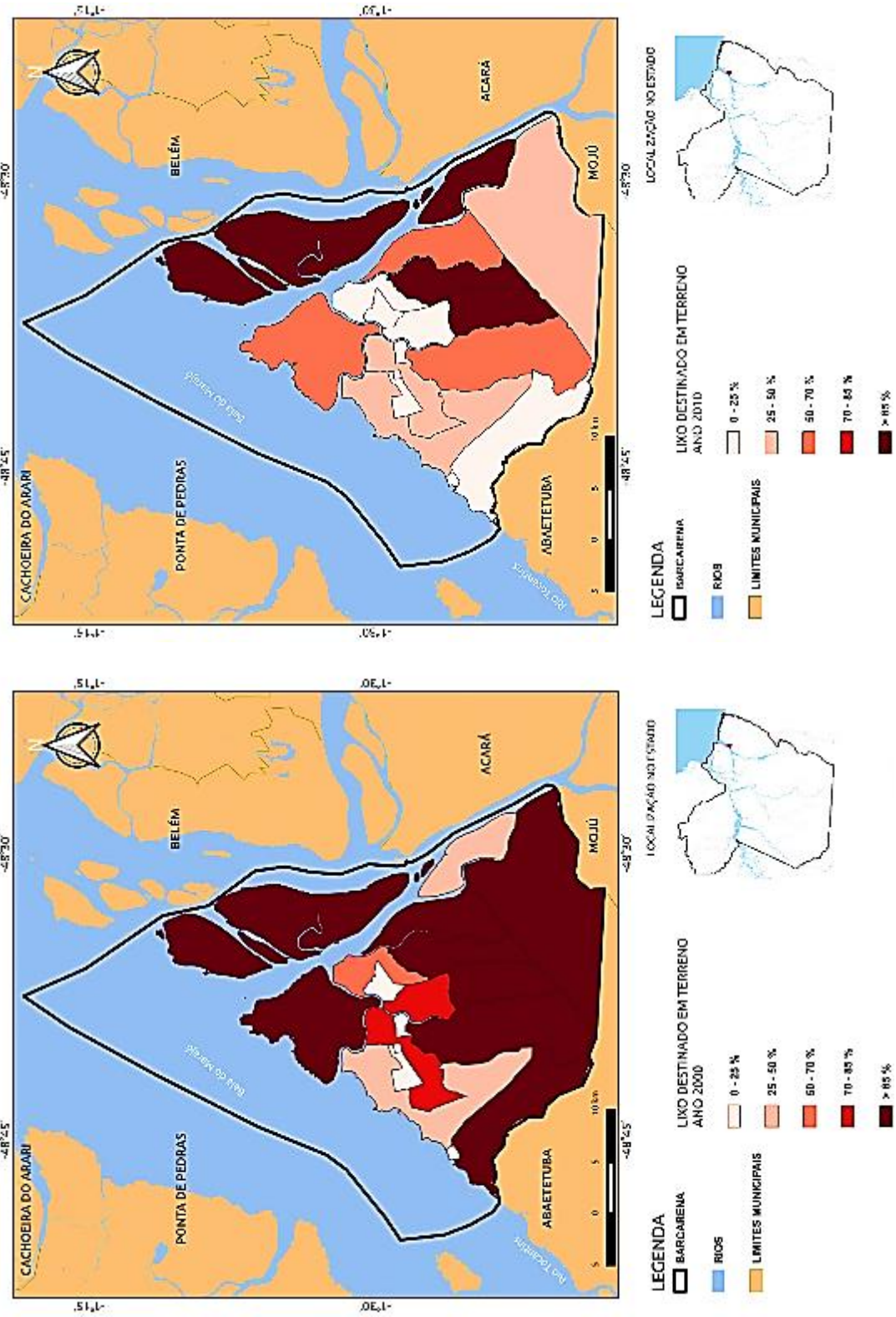
existem regiões potencialmente intestáveis, o que pode ser encarado com certa preocupação por se tratarem de regiões próximas de praias e rios, bem como, pequenas ilhas.

Figura 8: Descarte de lixo em Barcarena entre os anos 2000 e 2010



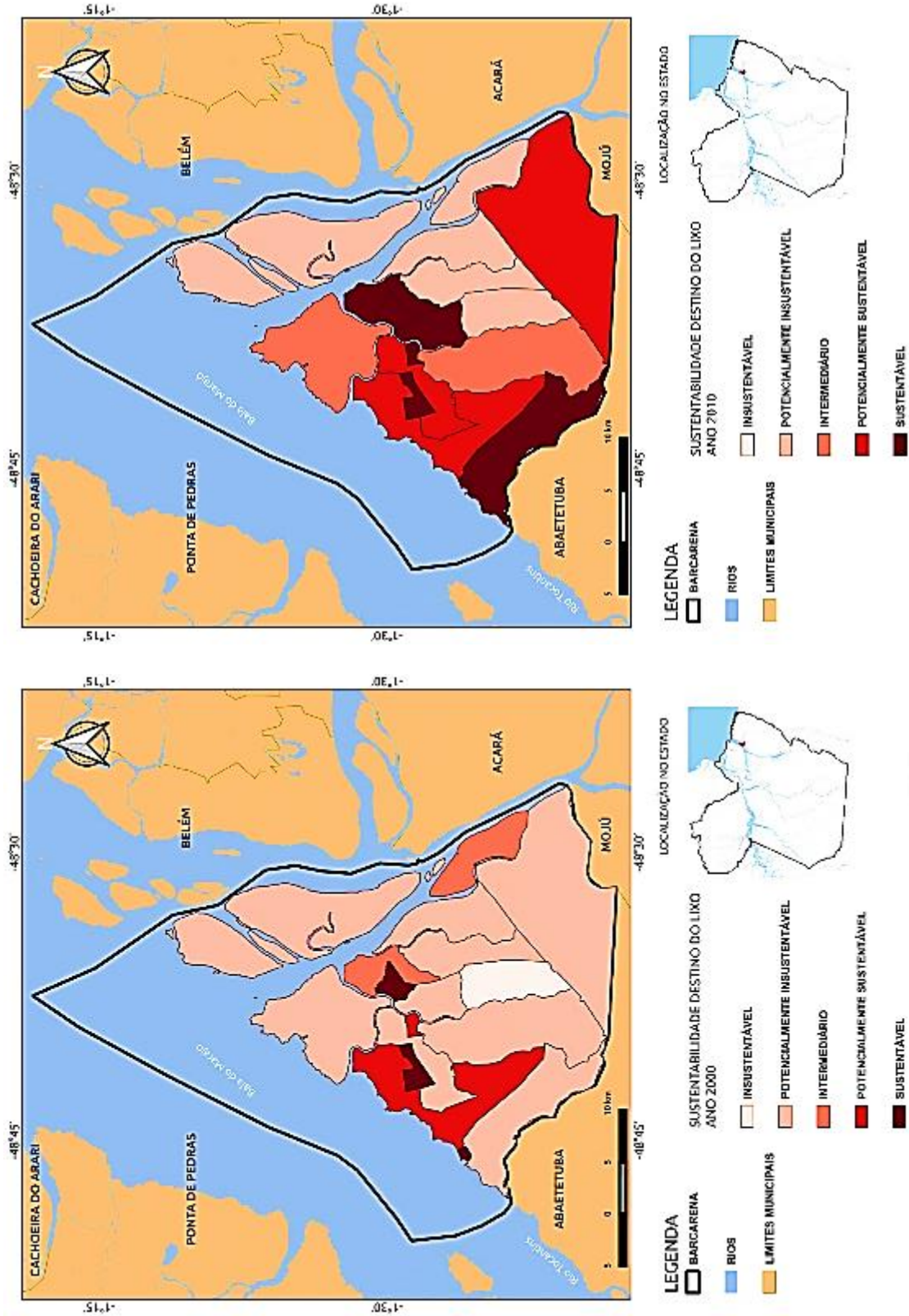
Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

Figura 9: Descarte de lixo em terrenos entre os anos 2000 e 2010



Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

Figura 10: Sustentabilidade e lixo nos anos 2000 e 2010



Diante do exposto, compreende-se que o município em questão poderia implementar algumas ações voltadas para manutenção do meio ambiente, assim

Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

como, direcionar maior atenção para o tratamento dos resíduos, como coleta seletiva, compostagem, reciclagem, incineração e aterro sanitário.

- **Coleta Seletiva:** este método consiste na triagem domiciliar do lixo que é destinado à reciclagem e à compostagem;
- **Compostagem:** corresponde às diversas formas de decomposição aeróbica do lixo orgânico para a produção de adubo;
- **Reciclagem:** refere-se ao reaproveitamento do material inorgânico do lixo;
- **Incineração:** indicado para o lixo hospitalar e consiste na queima do lixo em alta temperatura;
- **Aterro Sanitário:** consiste na compactação e aterramento do lixo com tratamento dos afluentes líquidos e gasosos decorrentes.

Em relação ao tratamento do esgoto, observou-se que o sistema coletor de Barcarena foi ampliado no início dos anos 1990 com a finalidade de atender as demais comunidades próximas à sede municipal.

Estima-se que até o ano de 1996 existiam 18 saídas de esgoto que desemborcavam nos rios e mangues, período em que foi inaugurada a primeira etapa do sistema de esgoto sanitário, a qual destinou-se ao atendimento de 25 mil habitantes da sede municipal, de Vila do Conde, de São Francisco e Vila dos Cabanos.

Tabela 14: Esgoto em fossa rudimentar

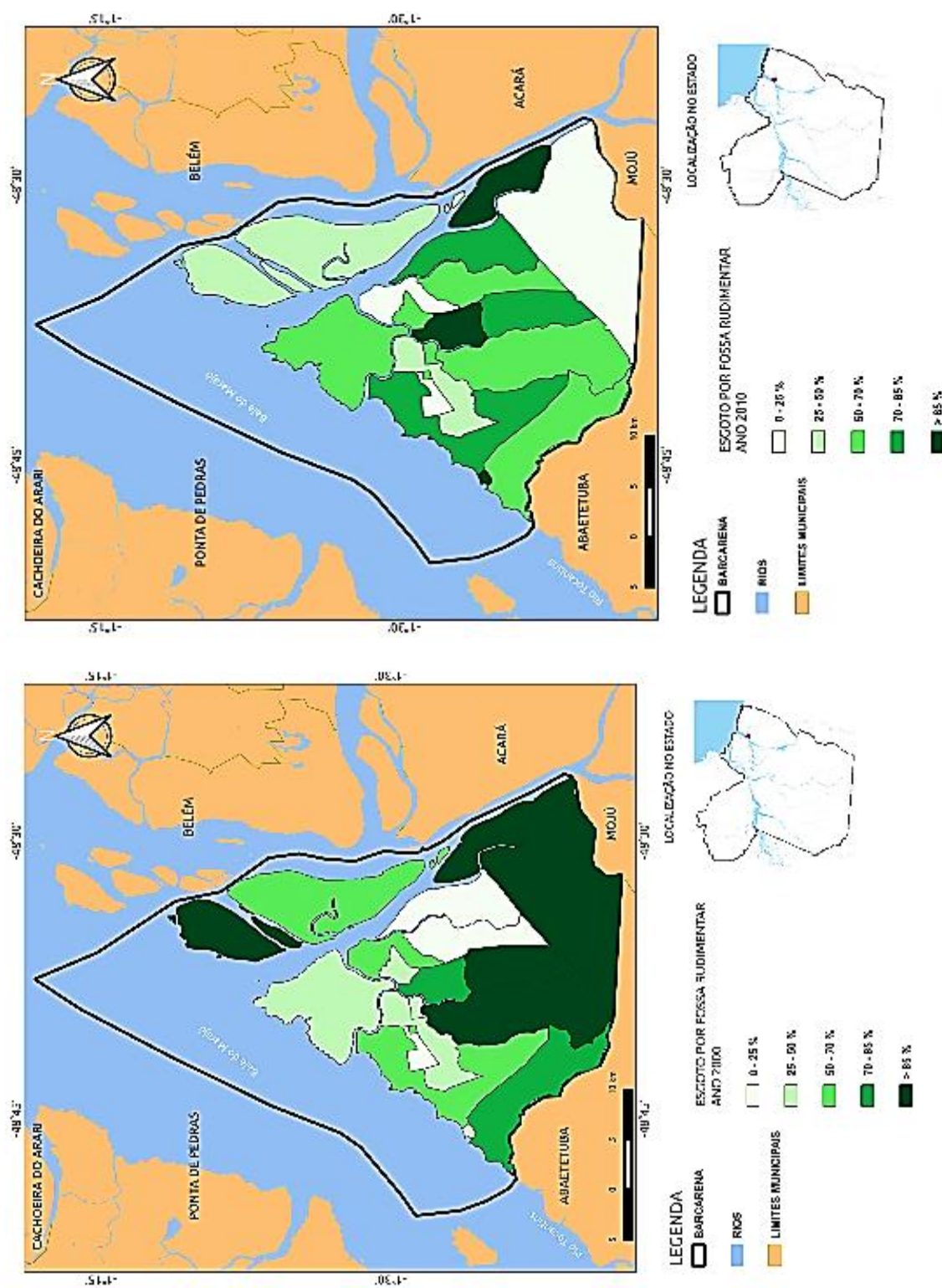
NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE	ÍNDICE	PERCENTUAL
Insustentável	26,9	29,0 %
Potencialmente Insustentável	29,0	45,1%
Intermediário	45,1	54,1%
Potencialmente sustentável	54,7	76,1%
Sustentável	76,1	98,8%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Contudo, por meio da tabela 14 evidencia-se que apesar do município de Barcarena apresentar índices positivos em relação a utilização de fossas rudimentares e nível de sustentabilidade, os índices que descrevem cenários potencialmente insustentável e insustentável propriamente dito, apresentam-se relevantes se for levado em consideração a contaminação do solo e,

possivelmente de lençóis freáticos. Essa afirmação pode ser comprovada com auxílio da figura 10, onde o mapa referente ao ano 2000 apresenta regiões onde predominava a utilização de fossas rudimentares, havendo uma significativa redução em relação ao ano de 2010.

Figura 11: Utilização de fossas rudimentares nos anos 2000 e 2010



Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

As tabelas apresentadas abaixo descrevem os percentuais correspondentes a cada índice estipulado.

Tabela 15: Esgoto despejado em rios

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0,0	0,0%
Potencialmente Insustentável	0,0	0,6%
Intermediário	0,6	1,6%
Potencialmente sustentável	1,6	4,8%
Sustentável	4,8	7,0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 16: Esgoto em fossa séptica

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0,0	1,1%
Potencialmente Insustentável	1,1	4,2%
Intermediário	4,2	20,3%
Potencialmente sustentável	20,3	26,4%
Sustentável	26,4	29,8%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 17: Esgoto despejado em vala

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0,0	2,6%
Potencialmente Insustentável	2,6	6,9%
Intermediário	6,9	15,8
Potencialmente sustentável	15,8	21,0%
Sustentável	21,0	48,9%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 18: Esgoto geral ou pluvial

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0,00	0,16%
Potencialmente Insustentável	0,16	0,59%
Intermediário	0,59	1,85%
Potencialmente sustentável	1,85	9,50%
Sustentável	9,50	47,04%

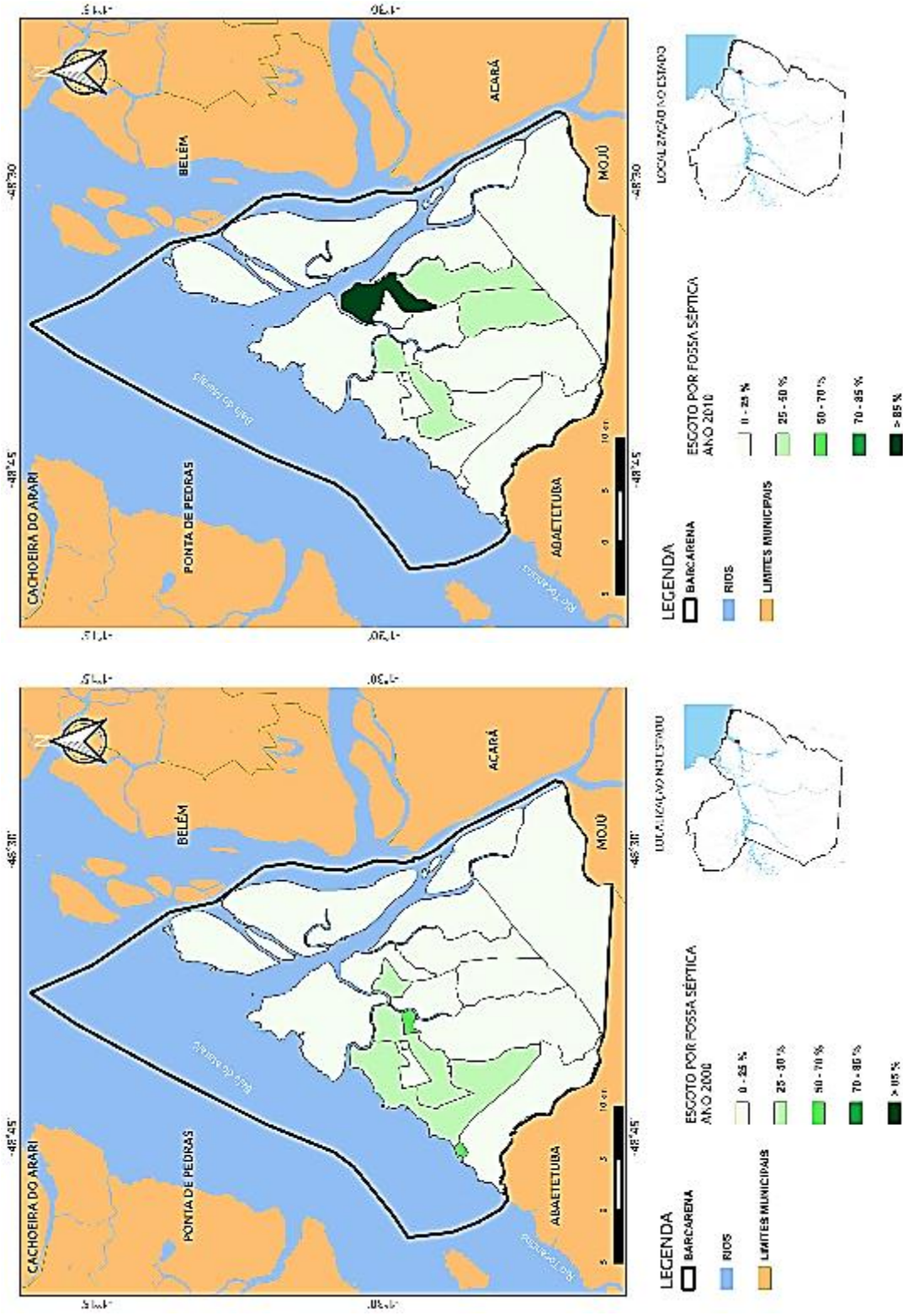
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 19: Esgoto por outras vias

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0,00	1,09%
Potencialmente Insustentável	1,09	2,61%
Intermediário	2,61	12,76%
Potencialmente sustentável	12,76	32,18%
Sustentável	32,18	44,79%

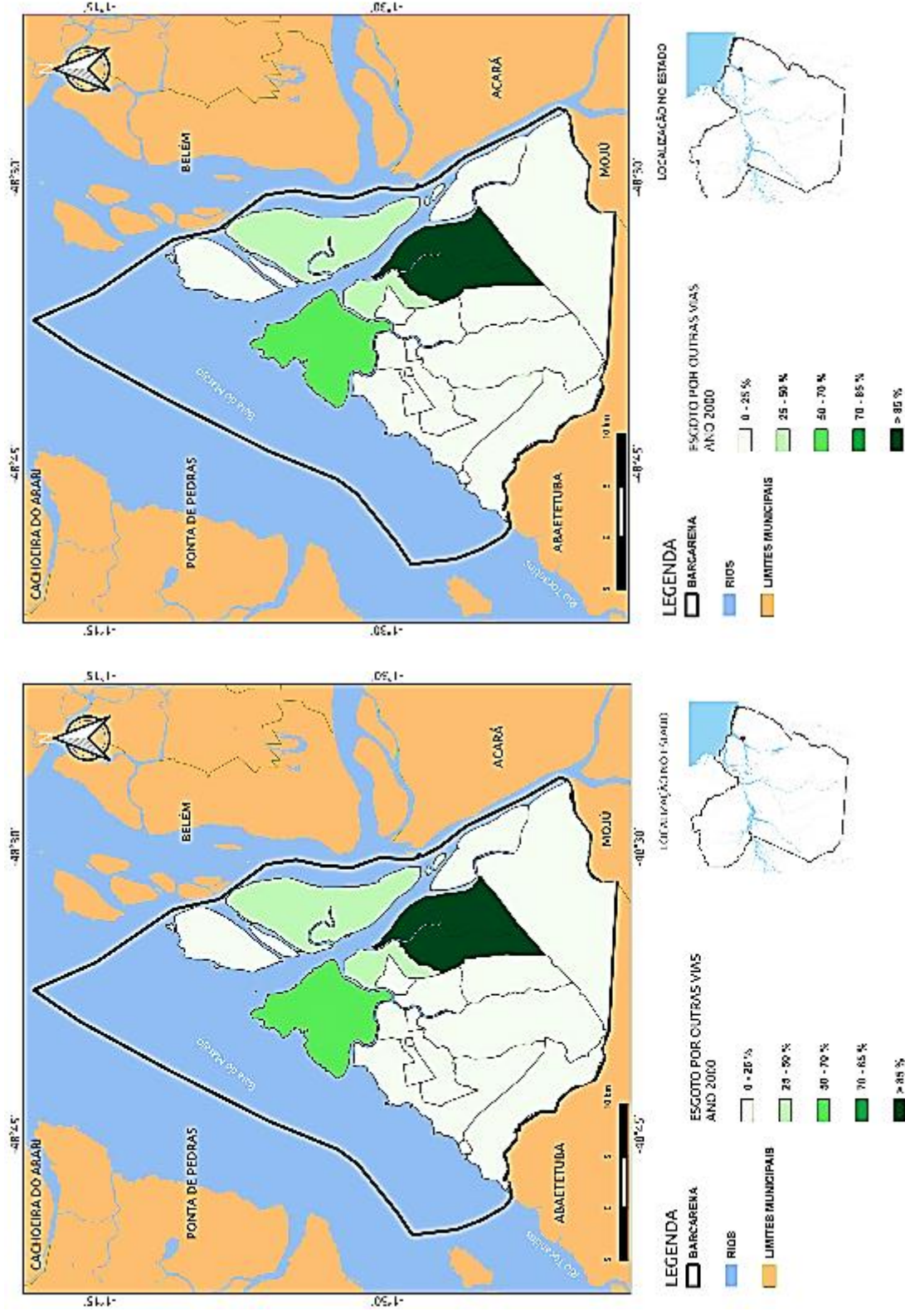
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 12: Utilização de fossas sépticas nos anos 2000 e 2010



Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

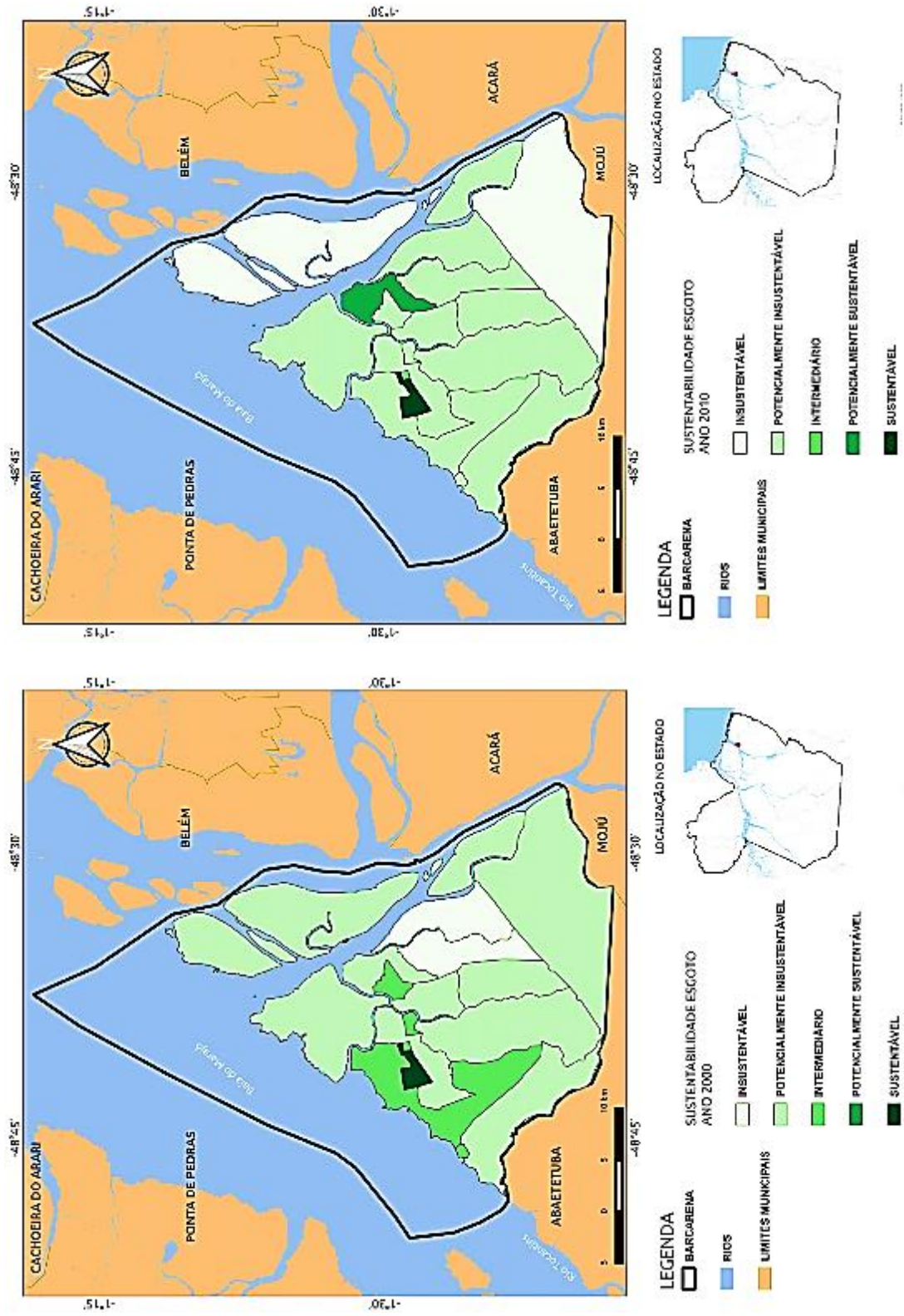
Figura 13: Outras modalidades de despejo de esgoto nos anos 2000 e 2010



Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos



Figura 14: Tratamento de esgoto nos anos 2000 e 2010



Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

## 5.2 Cobertura florestal e uso do solo

Compreende-se como a cobertura florestal e uso do solo em relação ao estudo desenvolvido, a avaliação quantitativa da cobertura florestal representada pela superfície remanescente de vegetação arbórea em relação à superfície total do município. Explica-se que para essa análise ser completa é necessário considerar, quantitativamente e qualitativamente, elementos importantes como: unidades de conservação, áreas propícias à retirada da cobertura e áreas impróprias a este fim (áreas de risco), matas ciliares e a relação entre matas nativas e exóticas.

De modo geral, a cobertura do solo pela vegetação representa proteção ao meio ambiente. Uma série de benefícios pode ser listada quando se tem cobertura do solo pela vegetação, tais como: habitat para fauna, proteção contra erosão do solo, condicionamento microclimático, benefícios paisagísticos, dentre outros. A quantidade de superfície do município coberta por vegetação representa, portanto, benefícios ambientais.

Em relação aos diferentes tipos de vegetação existentes, a vegetação nativa representa melhor condição que a vegetação exótica, enquanto que em relação ao porte, a vegetação de maior porte também protege mais que vegetação de pequeno porte. Para mensurar a quantidade e a qualidade da cobertura vegetal no município de Barcarena, foi criado o indicador de cobertura vegetal, o qual representa a quantidade de superfície remanescente de vegetação arbórea em relação à superfície total do município sob uma perspectiva percentual, sendo o mesmo obtido por meio da interpretação de imagens de satélite LANDSAT-TM dentro do ambiente SPRING.

Destaca-se que o ambiente Spring é um sistema que viabiliza a elaboração de um processo de amostragem de classes de uso/cobertura do solo, a partir de informações visuais e radiométricas, para posterior interpretação da imagem de forma automática. A interpretação realizada pode ser enquadrada como básica, necessitando de ajustes e melhorias, já que requer mais tempo para um tratamento completo da imagem e obtenção do máximo de informações e maior checagem de campo.

Em relação a algumas melhorias foram implementadas, principalmente em relação ao processo de interpretação/classificação da imagem, o qual foi realizado com maior acuracidade devido ao melhor processamento de contraste sobre a

imagem. Para garantir a autenticidade em relação ao método utilizado, foram aplicados também, dados que possibilitassem controlar problemas observados na metodologia aplicada anteriormente. As diferenças observadas evidenciam que o reflorestamento e a vegetação secundária em estágio avançado foram incluídos na mesma classe.

Para elaboração da tabela 20, foram estipulados para critérios de classes de uso/cobertura os respectivos itens:

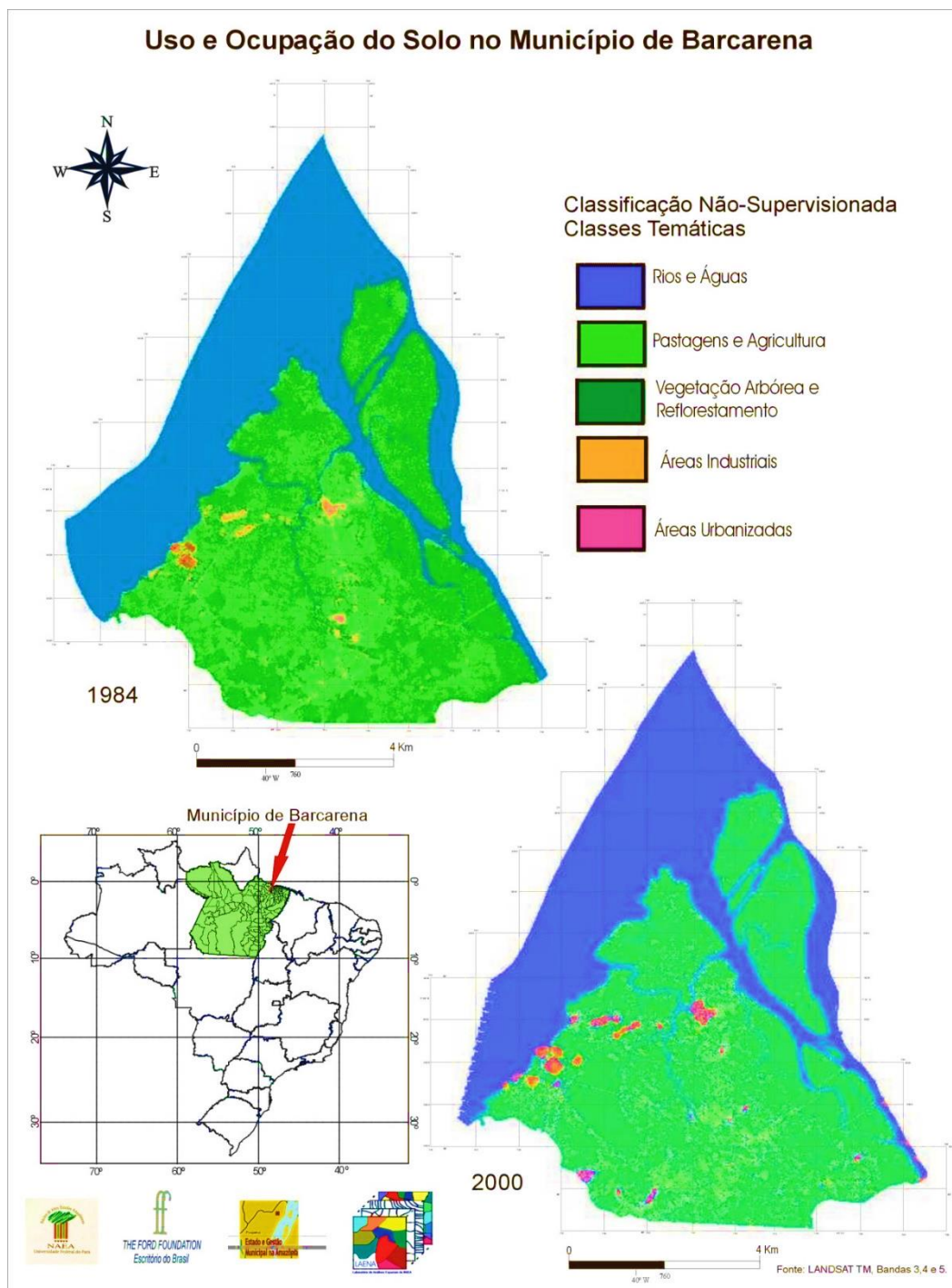
- **Áreas urbanizadas** (áreas urbanas, cidade, estradas e movimentos do solo);
- **Pastagem e agricultura** (áreas cobertas por pasto sujo e pasto limpo e áreas agrícolas com culturas de pequeno porte);
- **Rios e águas** (superfícies cobertas por água: rios, lagoas, açudes, etc.);
- **Vegetação arbórea** (áreas cobertas por vegetação de porte considerado arbóreo);
- **Reflorestamento** (áreas cobertas por plantações florestais com espécies predominantemente exóticas).

Tabela 20: Classes de Uso do Solo

<b>CLASSE DE USO</b>	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
Áreas Urbanizadas	69,22	13.44
Pastagem / Agricultura	72,02	13.99
Rio / Águas	4,04	0,78
Reflorestamento	2,45	0,48
Vegetação nativa em estágio inicial, médio ou avançado	367,11	71.30
<b>Total</b>	<b>514,91</b>	<b>100,00</b>

**Fonte:** Adaptado do PPA de Barcarena (2013)

Figura 15: Uso e ocupação do solo no município de Barcarena



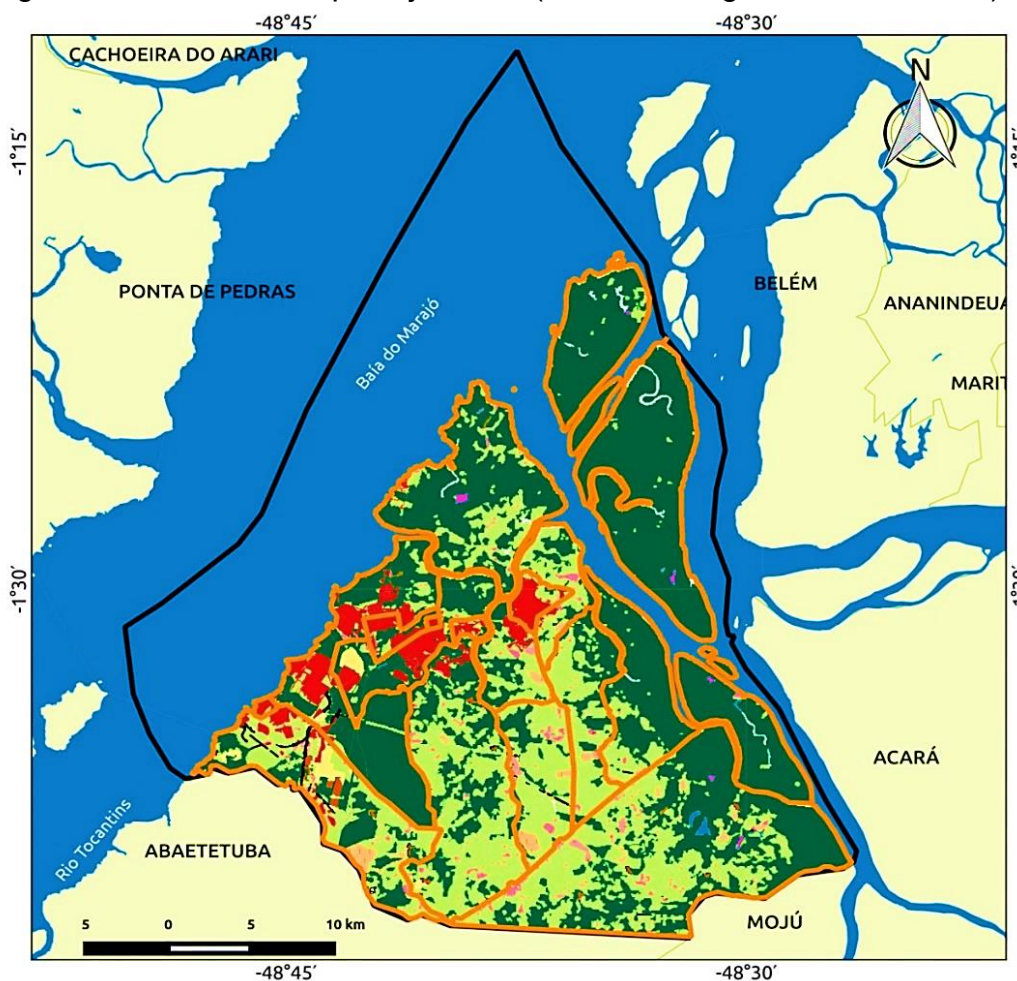
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Destaca-se que a quantidade de vegetação arbórea apresentada no município de Barcarena demonstra um cenário preocupante em relação à cobertura vegetal. É importante ressaltar, contudo, que esta classe engloba todos os tipos de vegetações arbóreas existentes, incluindo reflorestamento, já que o método precisa

ser apurado para permitir identificar e separar subclasses, tais como reflorestamento e estágios sucessórios da vegetação nativa.

De qualquer forma, os resultados obtidos demonstram as possibilidades de avanços futuros do método.

Figura 16: Unidades de planejamento (cobertura vegetal e uso do solo)



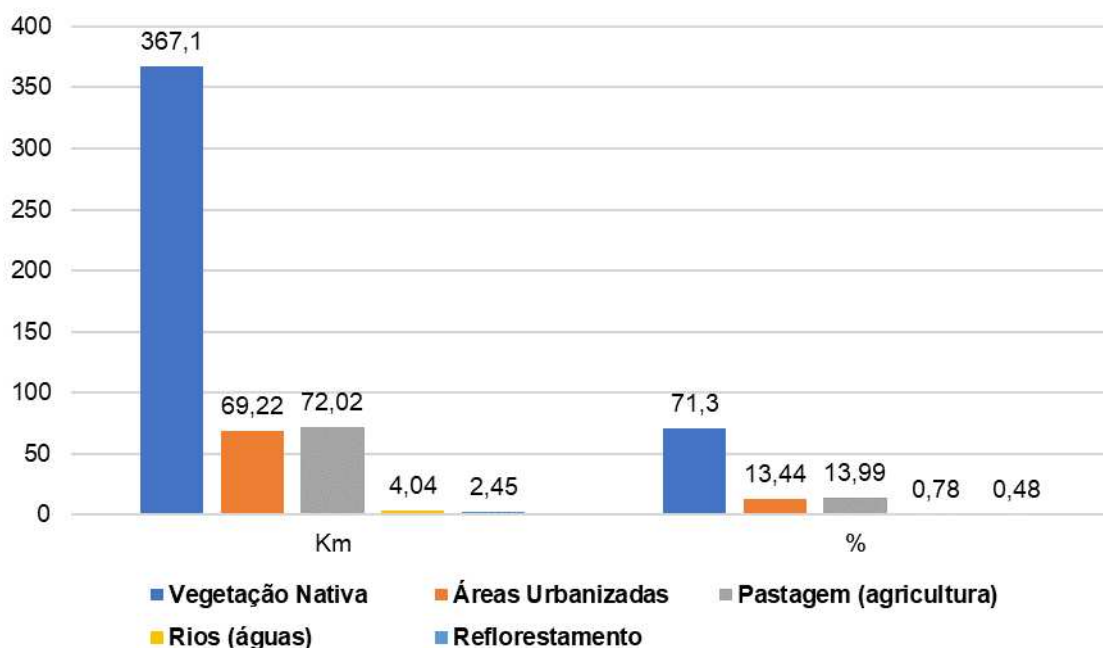
#### LEGENDA

##### COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO

	AREA_NAO_OBSERVADA
	AREA_URBANA
	DESFLORESTAMENTO_2012
	FLORESTA
	HIDROGRAFIA
	MINERACAO
	MOSAICO_DE_OCUPACOES
	NAO_FLORESTA
	OUTROS
	PASTO_LIMPO
	PASTO_SUJO
	REGENERACAO_COM_PASTO
	VEGETACAO_SECUNDARIA

	DISTRITOS
	BARCARENA
	RIOS
	LIMITES MUNICIPAIS

Fonte: Elaborado pelo autor.

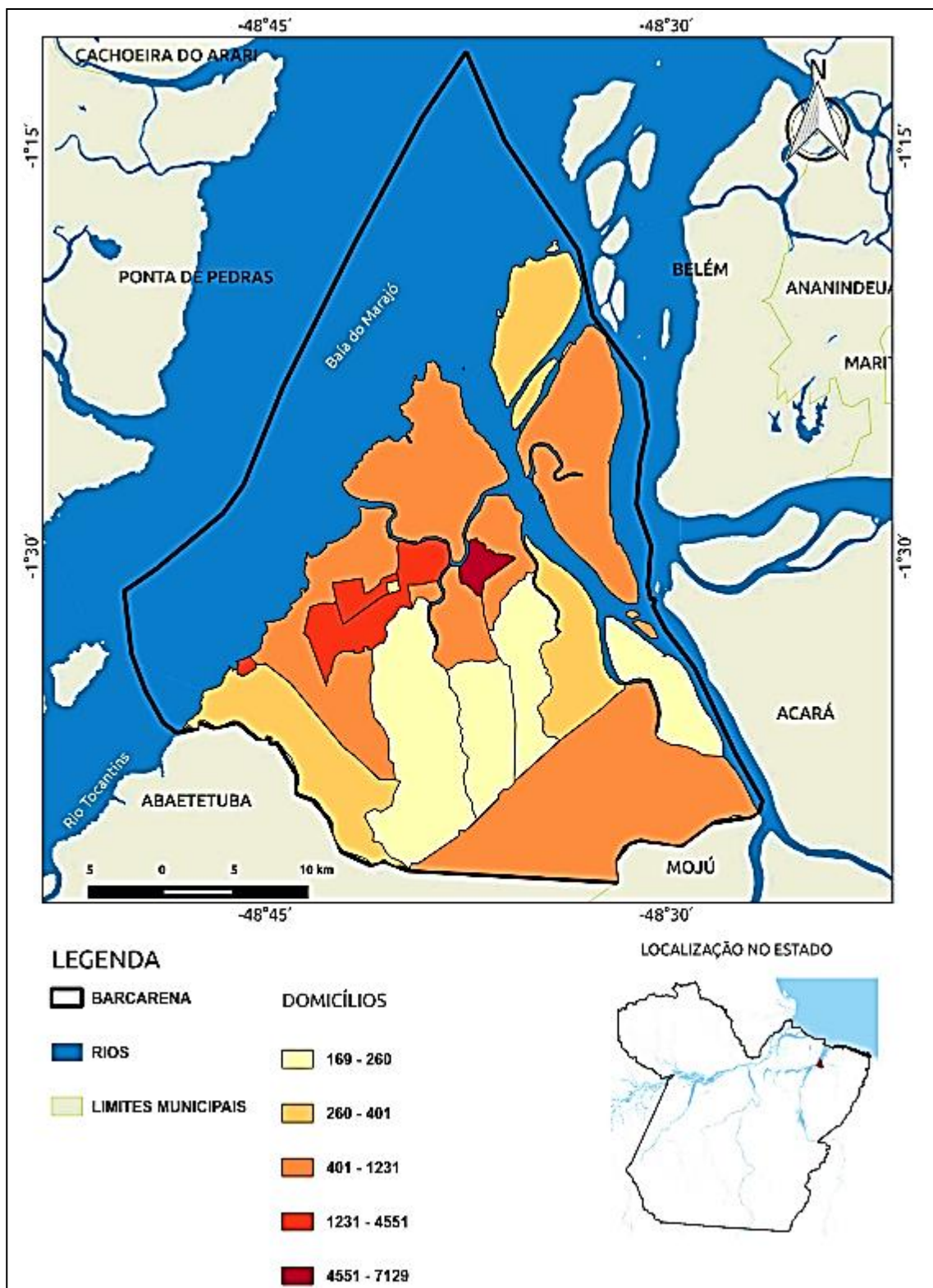
**Gráfico 1:** Classes de uso e ocupação do solo no município de Barcarena

**Fonte:** Adaptado do PPA de Barcarena (2013)

O Indicador, como sendo o percentual da superfície do município coberta por vegetação arbórea (classes reflorestamento e vegetação nativa em estágio médio, inicial ou avançado), está entorno de 63,72 %, o que, transformado para uma escala de 0 a 1, representa 0,64.

O Indicador, nas edições futuras deve sofrer várias melhorias. Como pode ser observado, o indicador não contempla a qualidade da cobertura vegetal. Uma das melhorias consiste na inserção de pesos diferenciados por tipo de cobertura do solo: maiores pesos para tipos de cobertura que protegem melhor o solo. Isto permitirá avaliar melhor a condição da vegetação e evitar que reflorestamento receba o mesmo valor que a mata primária.

Figura 17: Unidades de planejamento (por número de domicílios)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 21: Números de domicílios no município de Barcarena

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>
Insustentável	169	260
Potencialmente Insustentável	260	401
Intermediário	401	1.231
Potencialmente sustentável	1.231	4.551
Sustentável	4.551	7.129

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O aumento do número de Domicílios e a sua relação ao ambiente incorporaram novos aspectos, na tentativa de refletir as relações entre as transformações demográficas e outras questões, como qualidade e disponibilidade de água, geração de lixo, biodiversidade, paisagem, desastres naturais, entre outras.

### **5.3 Fontes deficientes de abastecimento de água**

A principal fonte de abastecimento de água em Barcarena são os poços, que em sua maioria são os do tipo amazonas, com menos de 25 metros de profundidade e procuram suprir a deficiência da rede geral de abastecimento da cidade. Esses poços são perfurados manualmente, sem qualquer preocupação técnica ou cuidados de higiene, sendo, portanto, considerados como fontes potenciais de poluentes, que podem contaminar as águas subterrâneas.

Ainda que grande parcela da população de Barcarena use algum tipo de tratamento com a água destinada ao consumo diário, 12,3% dos moradores desse município não têm nenhum cuidado especial, ou seja, da forma como a água é retirada da fonte que abastece as residências ela é consumida, sem antes passar por qualquer tipo de tratamento, o que torna este percentual da população suscetível a doenças de veiculação hídrica.

O desperdício de água é uma constante na maioria dos domicílios da cidade de Barcarena, principalmente na execução das atividades domésticas que mais consomem água: a lavagem de roupa; chegando a ser consumida diariamente para este fim por 44,2% dos habitantes da cidade.

Todos os fatores expostos acima são potenciais fontes para poluição das águas superficiais e subterrâneas, tendo em vista que no município não existe um sistema de saneamento e de esgoto eficazes e que atendam a toda a cidade. Análises físico-químicas realizadas em amostras de água exploradas de doze poços



rasos localizados no município verificaram teores de nitrato, em três das amostras (25%), superiores a 45 g/L, que é o limite permitido pela legislação vigente (Portaria 518 do Ministério da Saúde), esses valores podem ser interpretados como poluição antrópica.

De posse das informações supracitadas foram elaboradas as respectivas tabelas e os mapas comparativos, levando em consideração a utilização da água nos anos de 2000 e 2010.

Tabela 22: Água e outras formas de abastecimento

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0	5,0%
Potencialmente Insustentável	5,0	17%
Intermediário	17	32%
Potencialmente sustentável	32	68%
Sustentável	68	98%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 23: Água proveniente de poços ou nascentes

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0,6	13,5%
Potencialmente Insustentável	13,5	35,1%
Intermediário	35,1	45,2%
Potencialmente sustentável	45,2	66,7%
Sustentável	66,7	81,0%

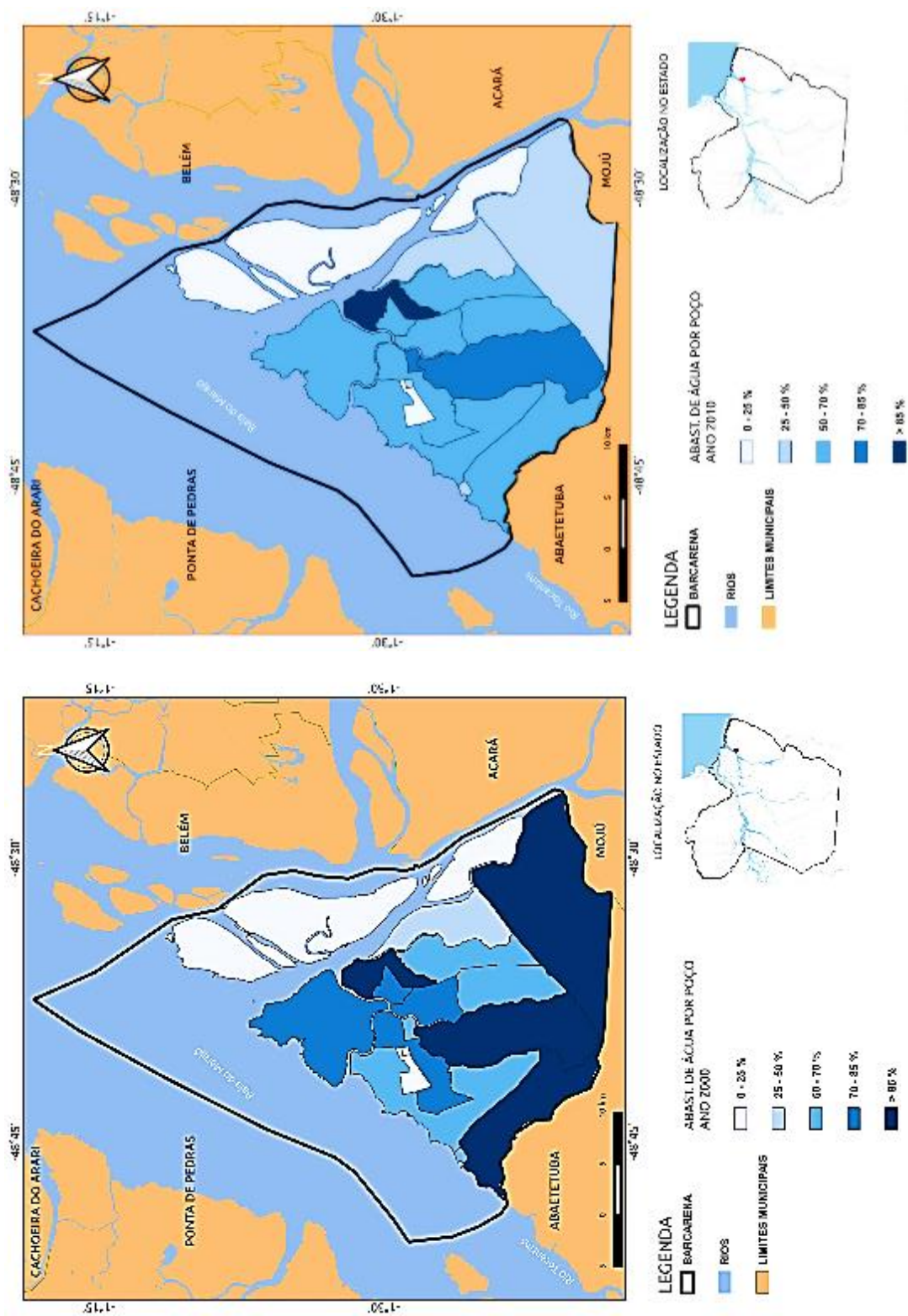
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 24: Abastecimento de água pela rede geral

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>PERCENTUAL</b>
Insustentável	0	5%
Potencialmente Insustentável	5	20%
Intermediário	20	33%
Potencialmente sustentável	33	50%
Sustentável	50	64%

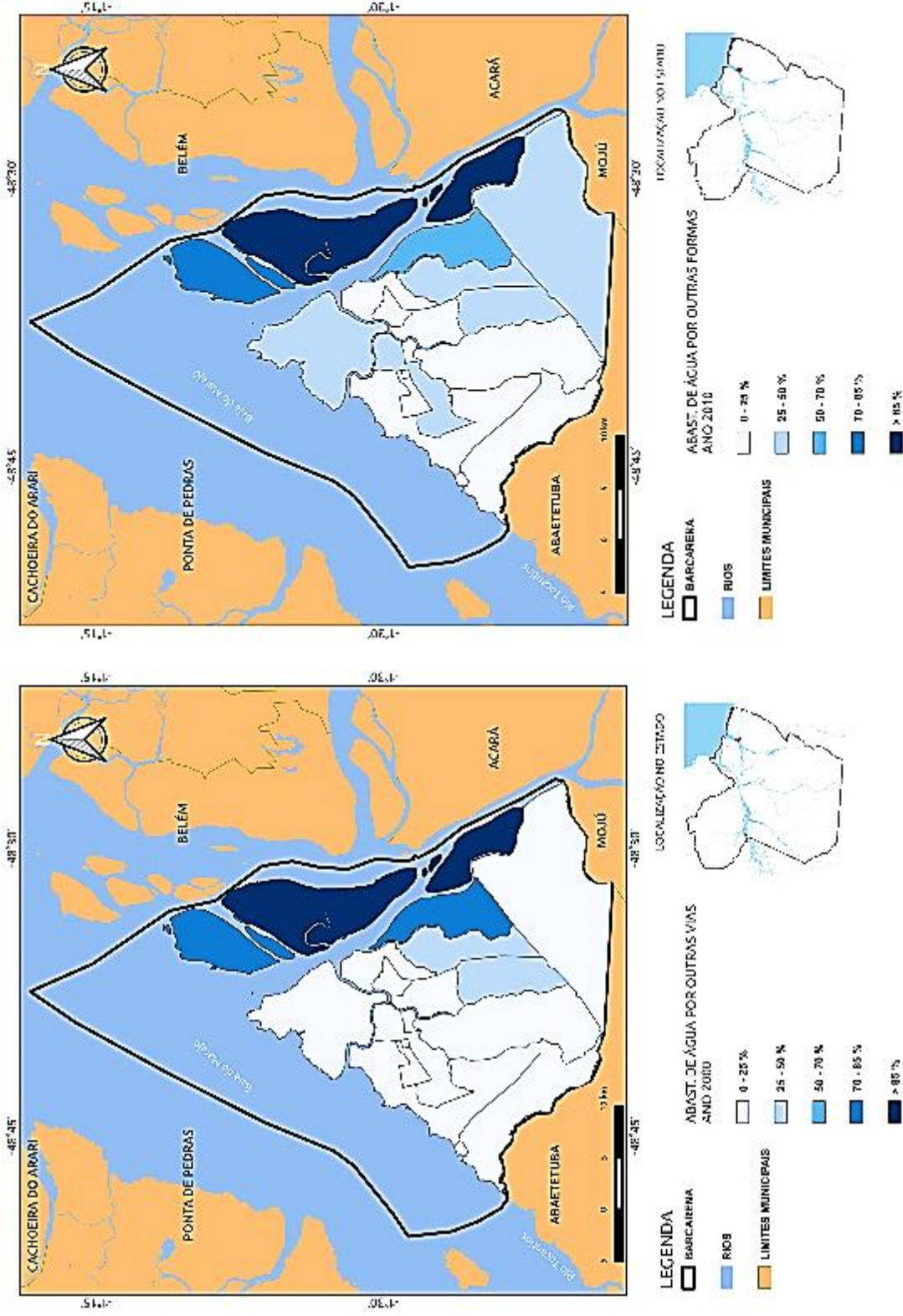
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 18: Abastecimento de água por poço nos anos 2000 e 2010



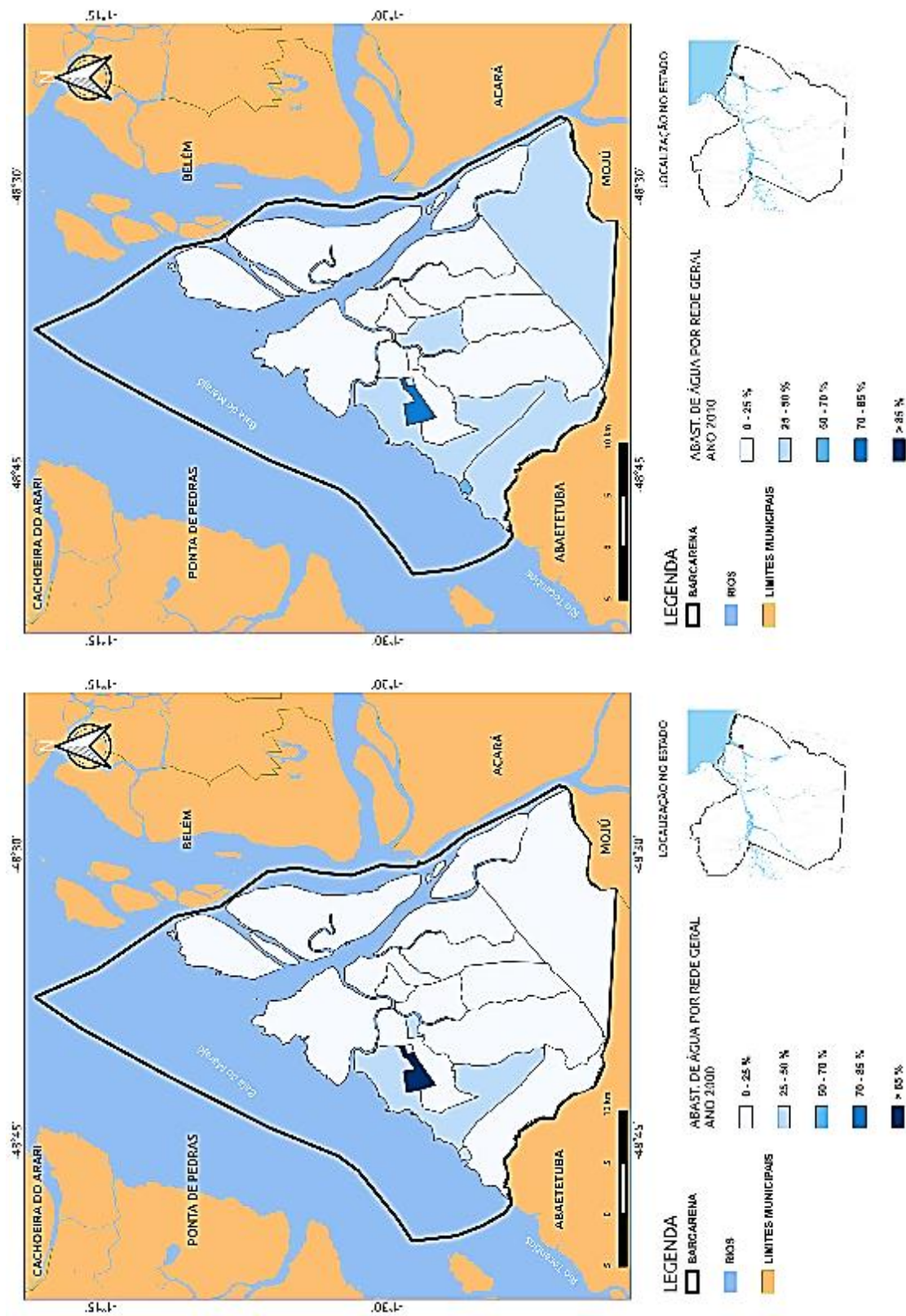
Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

Figura 19: Abastecimento de água por outros meios nos anos 2000 e 2010



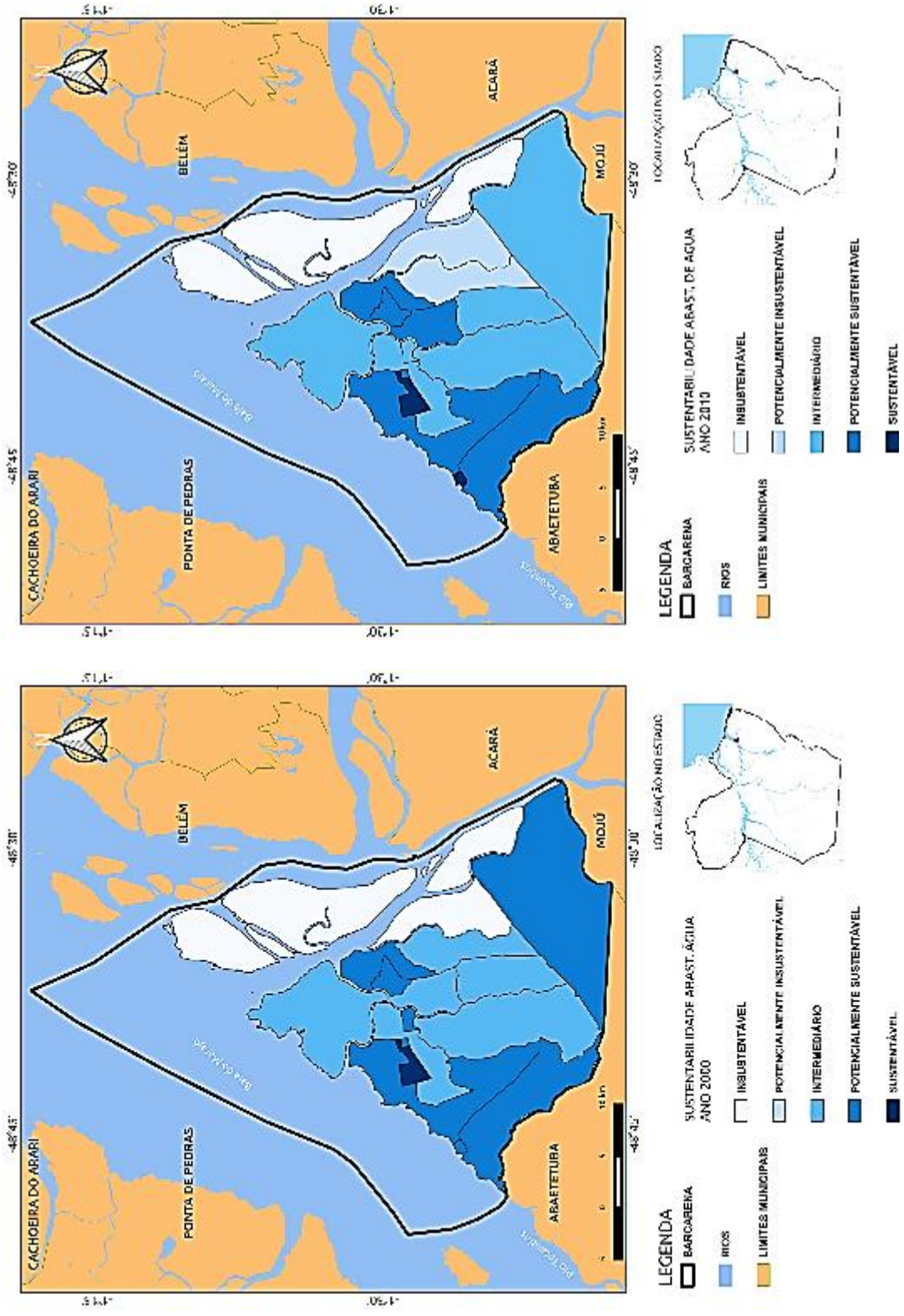
Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

Figura 20: Abastecimento de água pela rede geral nos anos 2000 e 2010



Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

Figura 21: Sustentabilidade em relação ao abastecimento de água anos 2000 e 2010



Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

De acordo com a tabela 22 é possível constatar que os índices referentes a diversificação de formas de abastecimento de água apresentam um percentual elevado, correspondendo a 98%, seguido de potencialmente sustentável com 68% e intermediário com 32%, restando 17% para potencialmente insustentável e apenas 5% relacionado a insustentável.

Contudo, a figura 21 evidencia um discreto aumento nas regiões que são abastecidas de água por outros meios, predominando o percentual que abrange 25-50%. A tabela 23 por seu turno demonstra que grande parte da região é abastecida por poços e nascentes, sendo 81% sustentável, 66,7% potencialmente sustentável e 45,2% fontes intermediárias.

Diante do cenário descrito, acredita-se que os meios mais adequados para preservação e manutenção das fontes de águas natura no município de Barcarena, são as iniciativas elencadas e sugeridas abaixo:

- Fiscalização rigorosa nas indústrias para que haja uma adequada disposição dos rejeitos industriais;
- Proteção das áreas de recarga, evitando que as mesmas sejam impermeabilizadas;
- Distâncias adequadas entre as fossas e os poços, levando em consideração as declividades dos terrenos, evitando declividades no sentido fossa-poço;
- Fiscalização, manutenção e controle dos poços construídos, evitando que novos poços sem o mínimo de qualidade técnica sejam perfurados;
- Monitoramento da qualidade das águas;
- Controle do uso e ocupação do solo, por meio da restrição e fiscalização das atividades antrópicas;
- Mutirões para o plantio de matas ciliares, pois a presença delas nas margens dos rios;
- Proporciona uma maior proteção ambiental dos cursos de água superficial.

## 6 DISCUSSÃO

Para determinar a verificar e a aplicação dos índices ambientais em um município que foi impactado com a instalação de empresas mineradoras, levou-se em consideração a metodologia do Barômetro da Sustentabilidade que é uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade e da insustentabilidade desenvolvida por pesquisadores do *World Conservation Union (IUCN)* e *International Development Research Center (IDRC)*.

Kronemberger e Clevelario Júnior (2015) explicam que o índice de sustentabilidade configura-se como uma possibilidade de matematicamente, sintetizar, dados quantitativos e semiquantitativos, relacionados a sustentabilidade. De acordo com os referidos autores, após o processamento de cada índice tem-se um valor numérico na forma de valor matemático, o qual é responsável pela avaliação da sustentabilidade ao ser empregado para estabelecer comparativos de uma escala padrão.

Ainda discorrendo sobre o assunto, Kronemberger e Clevelario Júnior (2015) esclarecem que entre os índices existentes, os mais utilizados para mensuração da sustentabilidade são “[...] o Barômetro da Sustentabilidade (BS), o Painel da Sustentabilidade, a Pegada Ecológica, o Índice de Sustentabilidade Ambiental - ISA, e a Felicidade Interna Bruta - FIB”. (KRONEMBERGER e CLEVELARIO JÚNIOR, 2015, p.118).

Segundo publicação da Fundação Amazônia de Amparo a estudos e pesquisas do Pará (FAPESPA, 2015), o Barômetro da Sustentabilidade trata-se de uma metodologia dedicada a avaliação da sustentabilidade, levando em consideração dois eixos principais: bem-estar humano (BEHum) e bem-estar ambiental (BEAmb). Ainda de acordo com dados da FAPESPA (2015), o Barômetro da Sustentabilidade é uma metodologia responsável pelo monitoramento das condições ecológicas e humanas, e a relação das mesmas com o desenvolvimento sustentável.

De modo geral, considera-se o Barômetro da Sustentabilidade um instrumento flexível devido a inexistência de um número fixo de indicadores em meio a sua composição, tornando-se uma maneira sistemática de combinar diversos indicadores, que, quando apresentados isoladamente, mostram apenas a situação do tema que eles representam.

Tal metodologia foi desenvolvida com o objetivo de ser um modelo sistêmico de sustentabilidade, com a capacidade de combinar indicadores que consigam descrever cenários a partir de dados, algumas vezes contraditórios ou difíceis de serem combinados. Nesse sentido, verifica-se a necessidade de integrar esses dados. Por exemplo, qualidade da água, uso e ocupação do solo, esgoto e etc., onde cada indicador representa o que ocorre numa região específica, mas geralmente não há ordenação e combinação entre os sinais emitidos por eles.

Uma visão mais clara do movimento de uma sociedade deve haver uma combinação coerente entre os indicadores. A utilização da monetarização para mensuração de indicadores ambientais, limita-se apenas à obtenção de um denominador comum para os planejadores e gestores. No entanto, a moeda não é uma medida efetiva para aspectos não negociáveis no mercado, como aspectos da sustentabilidade que não têm preço real. É oferecida então uma escala de desempenho para representar a combinação dos indicadores.

Desse modo, estima-se como estados de qualidade: sustentável, potencialmente sustentável, intermediário, potencialmente insustentável e insustentável, variando em uma escala 0 a 1, com os seguintes níveis de sustentabilidade, em ordem crescente, com a respectiva faixa numérica, conforme demonstra a tabela 25.

Tabela 25: Níveis de sustentabilidade no Município de Barcarena

<b>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE</b>	<b>Faixa Estimada</b>
Insustentável	0,00 a 0,25
Potencialmente insustentável	0,25 a 0,50
Intermediário	0,50 a 0,70
Potencialmente sustentável	0,70 a 0,85
Sustentável.	0,85 a 1,00

**Fonte:** Adaptado de FAPESPA (2015).

A seguir apresentam-se as tabelas com os pesos e medidas de análise e aplicação dos índices de sustentabilidade para o município de Barcarena. Contudo, explica-se que para a agregação dos dados que serviram de base para determinar e analisar a sustentabilidade para Barcarena, os indicadores foram considerados como tendo o mesmo peso estatístico dentro de seus respectivos eixos.

Foram criados, então, 5 (cinco) campos de sustentabilidade em uma escala de 0 a 1, sendo zero a situação insustentável e 1 a situação sustentável. Os campos



criados correspondem a insustentável, potencialmente insustentável, intermediário, potencialmente sustentável e sustentável. A tabela abaixo apresenta um resumo com todos os indicadores e o resultado final de cada um.

Tabela 26: Índices de sustentabilidade para o município de Barcarena

<b>INDICADORES FÍSICOS-AMBIENTAIS</b>	<b>VALOR</b>
Disposição de resíduos sólidos	0,52
Indicadores de Cobertura vegetal e efeitos erosivos	0,40
<b>MÉDIA</b>	<b>0,425</b>
<b>INDICADORES AMBIENTAIS</b>	<b>VALOR</b>
Índice de resíduos sólidos	0,61
Cobertura florestal e erosão	0,72
<b>MÉDIA</b>	<b>0,665</b>
<b>ÍNDICE SUSTENTABILIDADE ESTIMADO PARA BARCARENA</b>	<b>0,65</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

Diante do exposto, compreende-se que o resultado mostra Barcarena em uma situação **intermediária** em relação aos índices de sustentabilidade analisados e o Barômetro de Sustentabilidade, cenário esse que pode ser confirmado por meio da figura 21, na qual são expostos os mapas comparativos entre os anos de 2000 e 2010.

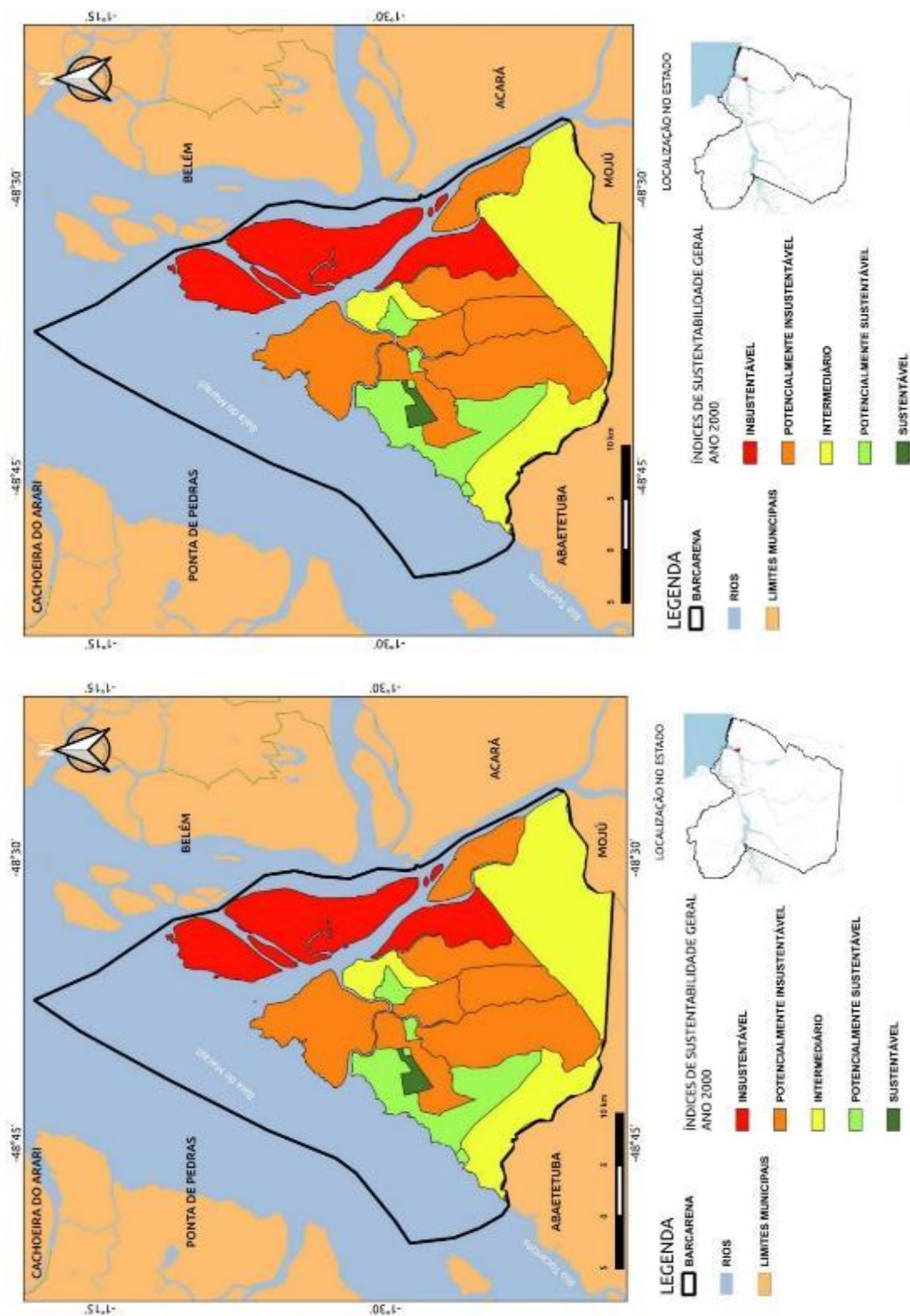
Alguns resultados mostram uma realidade bastante negativa, contribuindo para que seja feita uma melhoria do índice. Dentre eles temos a cobertura florestal, que alcança aproximadamente 40% do município, embora não tenha, ainda, sido possível diferenciar os estágios sucessórios da vegetação, apesar de uma pequena evolução apresentada. Este indicador coloca Barcarena em uma das situações mais desconfortáveis (senão a mais preocupante) em relação à preservação da biodiversidade na região do Baixo Tocantins.

O indicador de resíduos sólidos deverá apresentar melhoria significativa somente com o aumento da coleta seletiva de resíduos e da entrada em operação de novos aterros sanitários.

Deve-se perceber, entretanto, que há uma involução de 0,65 para 0,50 demonstra que a política ambiental implementada em Barcarena ainda não conseguiu o seu objetivo que é o de elevar a sustentabilidade do município. Possivelmente, com o equacionamento da disposição de resíduos sólidos e

mantendo-se, ou até melhorando-se os outros indicadores, poder-se-á chegar ao nível potencialmente sustentável.

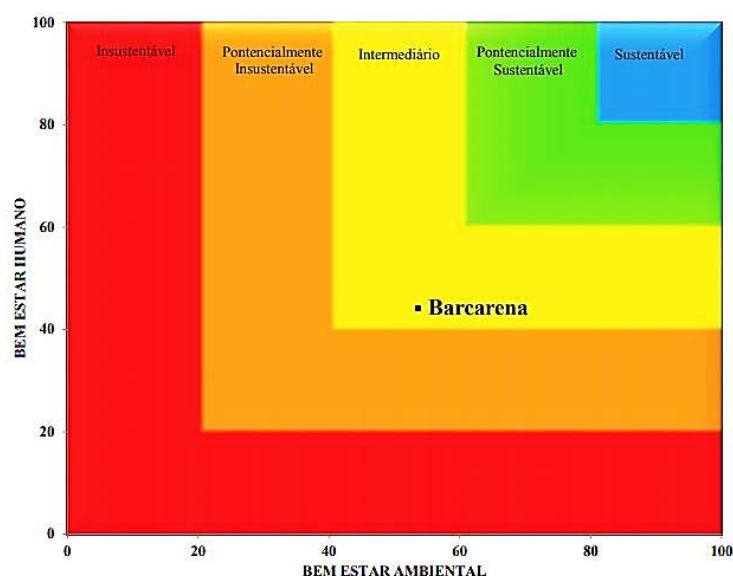
Figura 22: Índices de sustentabilidade nos anos 2000 e 2010



Fonte: Elaborado no Núcleo de Altos Estudos Amazônicos

Diante do cenário descrito, acha-se oportuno ressaltar que a perspectiva encontrada pela presente pesquisa nos anos de 2000 e 2010 estendeu-se nos anos posteriores, informação essa que pode ser confirmada com auxílio da publicação da FAPESPA (2015), por meio da qual o município de Barcarena manteve um cenário intermediário de sustentabilidade, apresentando índices de bem-estar humano e bem-estar ambiental com as respectivas pontuações de 44 e 54, o que pode ser confirmado por meio da figura 23.

Figura 23: Gráfico bidimensional do nível de sustentabilidade de Barcarena



Fonte: FAPESPA (2015, p.14)

Desse modo, é possível constatar que a gestão pública local não possui ou não consegue pôr em prática um planejamento estratégico adequado, até a data do desenvolvimento da pesquisa a preocupação majoritária dos gestores voltava-se para elaboração de peças orçamentárias, enquanto que diariamente o Plano Diretor recebe alterações *ad hoc* que transformam numa “colcha de retalhos”, as quais são feitas atendendo meramente aos interesses especulativos e desconsideram completamente a fragilidade dos limites socioambientais.

A pesar da ausência de maiores iniciativas dedicadas à manutenção da qualidade vida bem como, preservação dos meios naturais, não resta dúvida de que o município de Barcarena possui aspectos singulares, os quais contribuem para que ainda se pode viver relativamente bem na região. Entretanto, se ainda predominar o modelo de desenvolvimento até então praticado, possivelmente a região será

conduzida para uma situação delicada, perigosa e irreversível, e isto não está sendo detectado pelos tradicionais indicadores (ONU) que orientam as políticas públicas.

Desse modo, destaca-se que a proposta desenvolvida por meio da presente pesquisa, procurou-se consolidar uma perspectiva capaz de articular os processos de fortalecimento da cidadania simultaneamente com a construção de indicadores locais, sob a ótica de determinação e análise desses indicadores configurados para conjugar aspectos físico-ambientais e socioeconômicos, configurando-se como uma visão articulada entre a sociedade e o meio ambiente, possibilitando um acompanhamento mais sensível e qualitativo.

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as pesquisas desenvolvidas com a finalidade de complementarem o presente estudo, foi possível constatar que o município de Barcarena é amplamente conhecido devido ao seu potencial mineral, bem como, sua localização estratégica nas margens da baía dos Marajó, fatores estes que viabilizaram a instalação de diversas indústrias de grande porte no município. Outro fator marcante refere-se ao fluxo de pessoas que migram para a região na busca de oportunidade de empregos.

Compreende-se que a junção desses fatores contribui para o conseqüente crescimento desordenado local, o qual pode ser identificado por meio da expansão de áreas habitacionais sem um planejamento adequado em relação ao ordenamento territorial, ocasionando impactos relevantes no meio ambiente. Contudo, informa-se que durante a década de 80 o município de Barcarena era integrado por regiões especificamente rurais, sendo apenas o distrito de Vila dos Cabanos o que recebeu maior atenção, com o interesse de atender os trabalhadores das empresas instaladas na região.

Contudo, é predominante a falta de informações pertinentes às questões ambientais locais, fato que influencia diretamente aspectos físicos locais, e conseqüentemente, influencia também aspectos socioeconômicos, levando-se em consideração a ausência de planejamentos estratégicos, planos de ação, políticas públicas especializadas, bem como, fiscalização e iniciativas dedicadas a preservação e manutenção do patrimônio ambiental da região, principalmente no que concerne a exploração mineral, pois é algo que ao longo dos anos evidencia a falta de interesse em desenvolver estratégias capazes de mitigar os possíveis impactos ambientais ocasionados pela exploração mineral.

É possível afirmar que o fato da região contar com grandes multinacionais instaladas na região, assim como, a existência do porto de Vila do Conde devido as facilidades de escoamento de bens explorados pela malha hidroviária, representam apenas uma das faces relacionadas a questões que podem ocasionar impactos ambientais, levando-se em consideração o grande fluxo de navios de grande porte na malha hidroviária atendida pelo porto de Vila do Conde, o qual apresenta representatividade nacional e internacional.

Desse modo, risco de acidentes ambientais graves é algo proeminente na região, fato comprovado pelos diversos desastres ambientais registrados pela imprensa ao longo dos anos, os quais podem ser resumidamente elencados como vazamento de lama vermelha, chuva de fuligem, vazamento de caulim, floração de algas, vazamento de metais pesados, dentre outros fatores que conseqüentemente resultaram em extensas manchas de óleo bacia do Marajó, contaminação de rios, córregos, afluentes e igarapés, reações alérgicas e problemas respiratórios na população local, mortandade de peixes, impactos na agricultura, turismo e comércio local.

Tais percepções caracterizam o descaso da gestão pública bem como da iniciativa privada, em função de questões de cunho socioambientais, levando-se em consideração que no ano de 2015 houve o naufrágio de um navio de bandeira libanesa, o qual afundou no porto com uma carga de aproximadamente cinco mil bois vivos. Até a finalização da presente pesquisa o referido navio ainda encontrava-se submerso no porto de Vila do Conde com as carcaças dos animais que não conseguiram fugir ou que não tiveram seus cadáveres arrastados para praias mais próximas, assim como ocorreu com milhares.

Essas evidências demonstram a incapacidade da gestão pública municipal em exercer amplamente suas respectivas funções administrativas, tendo em vista que outro ponto relevante que necessita de atenção, refere-se a coleta de lixo o qual configura-se como um problema de saúde pública proveniente de ocupações irregulares, não havendo preocupação com instalações de esgotos ou abastecimento de água potável, comprovando a concordância com as desenfreadas atividades exercidas pelas grandes empresas instaladas na região, não sendo constatado efetivas propostas de fiscalização, contribuindo para o domínio das indústrias de minério sobre o município da Barcarena.

Nessa perspectiva, acredita-se a inovação tecnológica desponta como uma alternativa que pode ser amplamente difundida na região, com a finalidade de gerir possíveis crises ambientais de modo interior ao mercado, não possibilitando nenhuma interferência política em relação a proteção dos recursos naturais, suscitando uma verdadeira modernização ecológica.

Explica-se que os objetivos designados para realização da presente pesquisa foram amplamente alcançados, onde foram realizadas analisadas as possíveis alterações sociais e geoambientais provenientes do extrativismo vegetal e mineral

no Município de Barcarena, explicou-se como os indicadores geoambientais e de sustentabilidade social podem ser utilizados para monitoração de mudanças locais, foi realizada a avaliação da qualidade de vida na região, a partir da utilização de indicadores físicos e socioambientais, e por fim demonstrou-se a utilização de um sistema de indicadores capaz de reunir indicadores físicos e socioambientais de sustentabilidade a partir da discussão sobre a qualidade da vida urbana e ambiental constatada na pesquisa.

A falta de políticas públicas tornou-se um problema grave no município de Barcarena, pois há um crescimento populacional desenfreado sem um ordenamento territorial para a integração ao município, sendo assim, surgem diversos problemas sociais e ambientais como a falta da coleta de lixo, a presença de lixões sem tratamento adequado e a negligência por parte das fiscalizações, principalmente de cunho ambiental, para prevenir tragédias ambientais como as que vêm correndo na região.

As empresas mineradoras, por deterem o grande capital financeiro, principalmente no caso de Barcarena, constroem sua própria organização espacial, controlando o fluxo de trabalhadores e a economia local. Com o objetivo de elevar seus lucros deixam de executar obras primordiais para o desenvolvimento em torno do meio ambiente, constituindo sua a sentença de morte do mesmo, no mesmo sentido, o governo municipal torna-se legitimador das ações das empresas atuantes no município devido a circulação de bens e mercadorias e com isso possibilitando o desenvolvimento do PIB do município.

A implementação de políticas públicas por parte do município e do estado, em conjunto com tais empresas mineradoras, são de grande importância para a normatização do setor industrial na conservação do meio ambiente e no desenvolvimento de educação ambiental por parte da população, bem como na implementação de atividades sociais inclusivas para alavancar o potencial ambiental e social da região.

Um exemplo da inserção dos recursos naturais em uma lógica de mercado é a possibilidade de compensação ambiental, prevista na legislação brasileira, que possibilita que uma empresa explore os recursos naturais de certa localidade até a exaustão, enquanto mantém preservado outro lugar com características ambientais similares. Por esse processo, as empresas poderiam produzir uma perda líquida zero ou até um ganho líquido de biodiversidade, por uma lógica que quantifica ativos

ambientais. Nessa operação, as empresas altamente poluidoras passam a ser prestadoras de serviços ambientais.

De modo geral, compreender o desenvolvimento de uma ideologia voltada para manutenção do patrimônio natural rompe com falsa percepção de que para se desenvolver, uma região deve seguir uma trajetória predefinida de crescimento econômico, a qual deve perpassar pela instalação e funcionamento das empresas, que melhorariam a vida da população local pela geração de empregos, renda e recolhimento de impostos, para ao final resultar supostamente no alcance dos padrões de vida de países centrais.



## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Pedro Henrique Melo. **Conglomerados espaciais: uma nova proposta**. Dissertação (Mestrado em Estatística). Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Disponível em: < [http://www.est.ufmg.br/portal/arquivos/mestrado/dissertacoes/Dissertacao\\_Pedro\\_Co\\_rrigido.pdf](http://www.est.ufmg.br/portal/arquivos/mestrado/dissertacoes/Dissertacao_Pedro_Co_rrigido.pdf) >. Acesso em: 12 abr. 2019.

AYDOS, Leonardo Recena; e, FIGUEIREDO NETO, Leonardo Francisco. Índice bruto de sustentabilidade dos municípios de Mato Grosso do Sul. In: **Interações: revista internacional de desenvolvimento local**. v. 20. n. 1. Campo Grande: Universidade católica Dom Bosco, 2019; p.35-49. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/inter/v20n1/1518-7012-inter-20-01-0035.pdf> >. Acesso em: 20 mai. 2019.

BARCARENA. **Plano plurianual (PPA) do município Barcarena para o período de 2014 A 2017**. Barcarena: Prefeitura Municipal de Barcarena, 2013. Disponível em: <[https://barcarena.pa.gov.br/portal/arquivo/procuradoria/93\\_PPA\\_20142017\\_\\_LEI\\_SANCIONADAPUBLICAO.pdf](https://barcarena.pa.gov.br/portal/arquivo/procuradoria/93_PPA_20142017__LEI_SANCIONADAPUBLICAO.pdf)>. Acesso em: 18 jul. 2019.

BENETTI, Luciana Borba. **Avaliação do índice de desenvolvimento sustentável do Município de Lages (SC) através do Método do Painel de Sustentabilidade**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BOLIS, Ivan. **O trabalho para a sustentabilidade: alinhando a estratégia com a operação através de tarefas sustentáveis**. Tese (Doutorado em Ciências). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015. Disponível em: < [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-31122015-103641/publico/Tese\\_Bolis\\_Ivan.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-31122015-103641/publico/Tese_Bolis_Ivan.pdf) >. Acesso em: 25 ago. 2019.

CAMPOS; Lucila Maria de Souza; MELO, Daiane Aparecida de. Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. In: **Produção**. v.18. n.3. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/prod/v18n3/a10v18n3.pdf> >. Acesso em: 25 nov. 2019.

CARMO, Monique Bruna Silva; COSTA, Sandra Maria Fonseca da. Os paradoxos entre os urbanos no município de Barcarena, Pará. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**. v.8. n.3. Curitiba: Revista Brasileira de Gestão Urbana, 2016; p.291-305. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/urbe/v8n3/2175-3369-urbe-2175-3369008003AO01.pdf> >. Acesso em: 10 jul. 2019.

CARVALHO, Horácio Martins de. Desenvolvimento sustentável e padrões de sustentabilidade: contextualização para o Estado do Mato Grosso. In: **projeto de desenvolvimento agroambiental do Estado do Mato Grosso (PRODEAGRO)**. Cuiabá: ISA: Instituto Socioambiental, 1993.

FEIL, Alexandre André, e; SCHREIBER, Dusan. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. In: **Cadernos EBAPE.BR**. v. 14. n. 3. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2017; p. 146-165. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cebape/v15n3/1679-3951-cebape-15-03-00667.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2019.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS DO PARÁ – FAPESPA. **Barômetro da sustentabilidade de municípios com atividades minerárias no estado do Pará**. Belém: Diretoria de Estudos e Pesquisas Ambientais, 2015. Disponível em: <[http://www.fapespa.pa.gov.br/sites/default/files/Barometro\\_da\\_sustentabilidade\\_Mine\\_racao.pdf](http://www.fapespa.pa.gov.br/sites/default/files/Barometro_da_sustentabilidade_Mine_racao.pdf)>. Acesso em: 16 jun. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HANAI, Frederico Yuri. Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade do turismo: conceitos, reflexões e perspectivas. In: **Revista brasileira de gestão e desenvolvimento regional**. v. 8. n. 1. Taubaté: Universidade de Taubaté, 2012; p. 198-231. Disponível em: <<http://www.sustenta.ufscar.br/arquivos/artigos/hanai-desenv-sust-turismo.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

HANAI, Frederico Yuri; ESPÍNDOLA, Evaldo Luiz Gaeta. Indicadores de sustentabilidade: conceitos, tipologias e aplicação ao contexto do desenvolvimento turístico local. In: **Revista de Gestão Social e Ambiental**: RGSA. v. 5. n. 3. São Paulo: Universidade de São Paulo - PGT/USP, 2011; p. 135-149. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/276186144>>. Acesso em: 22 mai. 2020.

HESPANHOL, Rosângela Aparecida de Medeiros; MELAZZO, Everaldo Santos. (Coord.). **A geografia do Pará em múltiplas perspectivas**: políticas públicas, gestão e desenvolvimento territorial. Tupã: ANAP, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**: indicadores sociais dos municípios do Estado do Pará – Barcarena. [Online]. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/barcarena/pesquisa/23/25124?tipo=cartograma&indicador=29457>>. Acesso em: 12 jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **Projeto zoneamento das potencialidades dos recursos naturais da Amazonia legal**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: departamento de recursos naturais e estudos ambientais, 1990. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv22382.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2019. Acesso em: 12 jun. 2019.

KRONEMBERGER, Denise Maria Penna; CLEVELARIO JÚNIOR, Judicael. (*in memoriam*). Aplicação do “Barômetro da Sustentabilidade” na análise comparativa do desenvolvimento brasileiro. In: BRUNO, Miguel. (Org.). **População, espaço e sustentabilidade**: contribuições para o desenvolvimento do Brasil. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Ciências Estatísticas, 2015.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIRA, Sara. Reunião debate melhorias para porto de Vila do Conde, no PA. In: **Revista mineração e sustentabilidade**. [Online]. Betim: Mineração & Sustentabilidade, 2018. Disponível em: <<https://revistamineracao.com.br/2018/01/25/reuniao-debate-melhorias-para-porto-de-vila-do-conde-no-pa/>>. Acesso em: 16 mai. 2019.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas metrópoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

LUSTOSA, Frederico. Instituições, cultura e desenvolvimento sustentável na bacia cultural do Araripe. In: **Cadernos EBAPE.BR**. v. 8. n. 1. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2010; p. 146-165. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cebape/v8n1/a09v8n1.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

MARAFON, Glaucio José; RAMIRES, Júlio Cesar; RIBEIRO, Miguel Ângelo; PESSÔA, Vera Lúcia Salazar. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa em geografia**: reflexões teórico-conceituais e aplicadas. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013.

MARTINS, Silvio Eduardo Matos. **Geomorfologia e sedimentologia dos depósitos sedimentares recentes da porção superior do estuário do Rio Pará (Baía de Marajó, Amazônia)**. Dissertação (Mestrado em Geologia Marinha). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/23751/000742807.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

MATTAR NETO, Jorge; KRÜGER, Cláudio Marchand; DZIEDZIC, Maurício. Análise de indicadores ambientais no reservatório do Passaúna. In: **Eng. Sanit. Ambient.** [Online]. v. 14. n. 2. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009; p. 205-2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/esa/v14n2/a08v14n2.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2020.

MORAES, Giovanni. **Elementos do Sistema de Gestão de SMSQRS, vol. 2: Sistema de Gestão Integrada**. Rio de Janeiro: Editora GVC, 2010.

NAHUM, João Santos. **O território usado em Barcarena (PA)**: modernização e ações políticas conservadoras na Amazônia paraense. Ananindeua: Itacaiúnas, 2016.

NILANDER, Rosivan Alves. **SISBAR**: sistema de indicadores físicos e socioambientais de sustentabilidade e qualidade de vida para o município de Barcarena - Pará. Monografia (Licenciatura plena em Geografia). Belém: Universidade Federal do Pará – UFPA, 2004.

OLIVEIRA, Eloisa Paula de. Paradigma interpretativista nos estudos organizacionais. In: **Anais do IV Seminário dos Cursos de Ciências Sociais Aplicadas do Campus de Campo Mourão da Universidade Estadual do Paraná**. [Online]. Paraná: Universidade Estadual do Paraná, 2018. Disponível em: <

[http://anais.unespar.edu.br/iv\\_secisa/data/uploads/administracao/oliveira\\_paradigma-interpretativista-nos-estudos-organizacionais\\_iv-secisa-2018.pdf](http://anais.unespar.edu.br/iv_secisa/data/uploads/administracao/oliveira_paradigma-interpretativista-nos-estudos-organizacionais_iv-secisa-2018.pdf) >. Acesso em: 16 dez. 2019.

PELICIONI, Maria Cecília Focesi. Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade. In: **Saúde e sociedade**. v. 7. n. 2. São Paulo, 1998; p. 19-31. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v7n2/03.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

RICO, Elizabeth de Melo. A responsabilidade social empresarial e o estado: uma aliança para o desenvolvimento sustentável. In: **São Paulo em Perspectiva**. v. 18, n. 4. São Paulo, 2004; p. 73-82. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v18n4/a09v18n4.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2019.

RODRIGUES, Zulimar Márita Ribeiro. **Sistema de indicadores e desigualdade socioambiental intraurbana de São Luíz-MA**. Tese (Doutorado em Geografia Humana). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-14102010-093052/publico/2010\\_ZulimarMaritaRibeiroRodrigues.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-14102010-093052/publico/2010_ZulimarMaritaRibeiroRodrigues.pdf)>. Acesso em: 15 mai. 2019.

SEABRA, Eliana Costa. **Análise de indicadores de desenvolvimento sustentável no Município de Barcarena (Pará)**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis). Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2019. Disponível em: <<http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/358/1/An%c3%a1lise%20de%20Indicadores%20de%20Desenvolvimento%20Sustentav%c3%a9l%20no%20Municipio%20de%20Barcarena%20%28Par%c3%a1%29.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SENHORAS, Elói Martins. (Org.). **Enfoque interdisciplinar na educação ambiental**. v. 2. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020.

SILVA, Antonio Waldimir; SELIG, Paulo Maurício; MORALES, Aran Bey Tcholakian. Indicadores de sustentabilidade em processos de avaliação ambiental estratégica. In: **Ambiente & Sociedade**. v. 15, n. 3. São Paulo, 2012; p. 75-96. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v15n3/a06v15n3.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2019.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. Pesquisa científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SOLIGO, Valdecir. Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais. In: **Est. Aval. Educ.** v. 23. n. 52. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 2012; p.12-25. Disponível em: <<http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1724/1724.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2020.

SOUZA, Maria Cláudia da Silva Antunes de, e; ARMADA, Charles Alexandre Souza. Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade: evolução epistemológica na necessária diferenciação entre os conceitos. In: **Revista de direito e**

**sustentabilidade**. v. 3. n. 2. Santa Catarina: Revista de Direito e Sustentabilidade, 2017; p. 17-35. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/323648351\\_DESENVOLVIMENTO\\_SUSTENTAVEL\\_E\\_SUSTENTABILIDADE\\_Evolucao\\_epistemologica\\_na\\_necessaria\\_diferenciacao\\_entre\\_os\\_conceitos](https://www.researchgate.net/publication/323648351_DESENVOLVIMENTO_SUSTENTAVEL_E_SUSTENTABILIDADE_Evolucao_epistemologica_na_necessaria_diferenciacao_entre_os_conceitos)>. Acesso em: 20 nov. 2019.

VAN BELLEN, Hans Michael. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. In: **Ambiente & Sociedade**. v. 7 n. 1. São Paulo: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS), 2004; p.67-88. Disponível em:<<https://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n1/23537.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

VAN BELLEN, Hans Michael. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

VERGARA, Sylvia Constant. **Métodos de pesquisa em Administração**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

VILLAS BÔAS, Hariessa Cristina. **A indústria extrativa mineral e a transição para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT/CNPq, 2011.