



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

ELISANE GABRIEL DO NASCIMENTO SILVA

**ANÁLISE DE INDICADORES SUSTENTÁVEIS URBANO EM
UMA MESORREGIÃO AMAZÔNICA, BRASIL.**

BELÉM-PA
2022

ELISANE GABRIEL DO NASCIMENTO SILVA

**ANÁLISE DE INDICADORES SUSTENTÁVEIS URBANO EM
UMA MESORREGIÃO AMAZÔNICA, BRASIL.**

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

Área de concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmica Socio-Ambiental

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª Maria Isabel Vitorino

Belém-PA
2022

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

S586a Silva, Elisane Gabriel do Nascimento.

Análise de indicadores sustentáveis urbano em uma mesorregião amazônica, Brasil. / Elisane Gabriel do Nascimento Silva. — 2022.

130 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Maria Isabel Vitorino
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2022.

1. Sustentabilidade Urbana. 2. Indicadores sustentáveis. 3. Desenvolvimento Sustentável. 4. Dimensões da Sustentabilidade. 5. Amazônia. I. Título.

CDD 551.69811

ELISANE GABRIEL DO NASCIMENTO SILVA

ANÁLISE DE INDICADORES SUSTENTÁVEIS URBANO EM UMA MESORREGIÃO AMAZÔNICA, BRASIL.

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

Área de concentração: Clima e Dinâmica Socioambiental na Amazônia

Linha de Pesquisa: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmica Socio-Ambiental.

Data da defesa: 29/03/2022

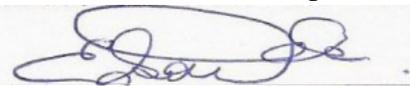
Banca Examinadora:



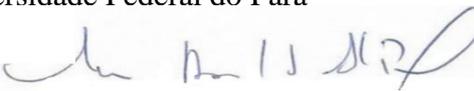
Prof. Maria Isabel Vitorino – Orientadora
Doutora em Meteorologia
Universidade Federal do Pará



Prof. Maria de Fátima Martins – Membro
Externo
Doutora em Recursos Naturais
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Edson José Paulino da Rocha – Membro
Interno
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará



Prof. Marcia Aparecida da Silva Pimentel –
Membro Interno
Doutora em Geografia
Universidade Federal do Pará

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar esta dissertação as seguintes pessoas:

A Deus, primeiramente, por ter me dado forças e saúde para seguir e conquistar esta etapa.

A minha família, em especial ao meu marido Vagner e as minhas filhas Caroline e Carine pela compreensão da ausência e ajuda durante o período deste mestrado.

Aos docentes do PPGCA, em especial a Professora Isabel Vitorino a sua orientação incansável; e aos demais docentes como: Professor Edson Rocha, Professor Everaldo Souza, Professora Maria de Lourdes e a Professora Marcia Pimentel, que contribuíram para minha formação.

A todos os docentes do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em especial ao Diretor Arnaldo Queiroz e ao Vice-Diretor Cristiano Mendel pelo incentivo e apoio na realização desta dissertação.

Aos amigos Técnicos Administrativos: da CPGA em especial a amiga Michela Mendes pelos conselhos e incentivos; da Biblioteca do Instituto de Geociências em especial ao Sr. Hélio Martins, pela compreensão e ajuda; dos Laboratórios do Instituto de Geociências em especial ao Giordani Sodré pela ajuda e ensino; e da Secretaria do PPGCA em especial a amiga Rosely Vasconcelos (Rose) pelo apoio.

Ao estagiário Erlon Leonardo, da direção do Instituto de Geociências, pelo apoio na tradução da língua inglesa.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

As preocupações globais com a degradação ambiental surgiram desde a década de 1970, refletidas em conferências, reuniões, relatórios, entre outros, realizados pela Organização das Nações Unidas (ONU), em que surgem acordos internacionais em prol da preservação da biodiversidade mundial. As percepções sobre Desenvolvimento Urbano Sustentável abrangem as conceituações de evolução, consciência social e conservação ambiental. Para mensurar o Desenvolvimento Sustentável global, entra em vigor a Agenda 30 publicada pela ONU, com 169 metas, divididas em 254 indicadores, porém não avaliam a sustentabilidade municipal. O objetivo deste estudo é propor um sistema de indicadores que permita a análise da sustentabilidade urbana diante das dimensões social, político-institucional e ambiental dos municípios da Mesorregião Metropolitana de Belém. A Matriz de Indicadores de Sustentabilidade Urbana (MASU) foi elaborada para que a coleta de dados seja realizada por meio de sites da internet, sem custos ao pesquisador. Na validação desta proposta foram aplicadas duas metodologias: o método Escalar de Likert (adaptado) e o método de Análise de Componentes Principais (ACP), análises divididas em dois capítulos. Os resultados obtidos pelo método Escalar Likert (adaptado) apontam para sustentabilidade nos indicadores da Dimensão Social e insustentabilidade nos indicadores das Dimensões Ambiental e Político-Institucional, consecutivamente, destacando os municípios de Belém e Santa Bárbara do Pará como sustentáveis, e os municípios de Marituba, Inhangapi e Castanhal como insustentáveis. A sustentabilidade alcançada pelos municípios infere cidades com Desenvolvimento Sustentável, embora essa sustentabilidade esteja associada à análise relativa da amostra de dados. Enquanto a aplicação do método ACP mostrou sustentabilidade nos indicadores da Dimensão Social e insustentabilidade nos indicadores da Dimensão Político-Institucional, destacando os municípios com Desenvolvimento Sustentável sendo Barcarena, Santa Bárbara do Pará, Inhangapi e Santa Isabel do Pará como sustentáveis, devido aos critérios medidos por meio dos Componentes Principais (CPs). Assim, a MASU destacou resultados realistas, mostrando indicadores (des)favoráveis à sustentabilidade local, fornecendo subsídios à gestão pública para solucionar problemas específicos e desenvolver políticas públicas efetivas para atender às necessidades da população e alcançar o Desenvolvimento Urbano Sustentável.

Palavras-chave: sustentabilidade urbana; indicadores sustentáveis, dimensões, Amazônia.

ABSTRACT

Global concerns about environmental degradation have emerged since the 1970s, reflected in conferences, meetings, reports, among others, carried out by the United Nations (UN), which international agreements arise in favor of preserving the world's biodiversity. Perceptions on Sustainable Urban Development encompass the conceptualizations of evolution, social awareness and environmental conservation. In order to measure global Sustainable Development, the Agenda 30 published by the UN comes into force, with 169 goals, broken down into 254 indicators, which they do not assess municipal sustainability. The objective of this study is to propose a system of indicators that allows the analysis of urban sustainability in the face of the social, political-institutional and environmental dimensions of the municipalities of the Metropolitan Mesoregion of Belém. The Urban Sustainable Indicators Matrix (MASU) was designed using that data collection carried out through internet sites, at no cost to the researcher. To validate this proposal, two methodologies were applied: the Likert Scalar method (adapted), and the Principal Component Analysis (PCA) method, that analyzes results are divided into two chapters. The results obtained by the Likert Scale method (adapted) point to sustainability by the indicators of the Social Dimension and unsustainability by the indicators of the Environmental and Political-Institutional Dimensions, consecutively, highlighting the municipalities of Belém and Santa Bárbara do Pará as sustainable, and the municipalities of Marituba, Inhangapi and Castanhal as unsustainable. The sustainability achieved by the municipalities infers cities with Sustainable Development, although this sustainability is associated by the relative analysis of the data sample. While the application of the PCA method showed sustainability ~~in~~ by the indicators of the Social Dimension and unsustainability by the indicators of the Political-Institutional Dimension, highlighting the municipalities with Sustainable Development being Barcarena, Santa Barbara do Pará, Inhangapi and Santa Isabel do Pará as sustainable, due to the criteria of signs and similarities, measured through the data of the Principal Components (CPs). That way, MASU highlighted realistic results, showing (un)favorable indicators for local sustainability, providing subsidies to public management to solve specific problems and develop effective public policies to meet the needs of the population and achieve Sustainable Urban Development.

Keywords: urban sustainability; sustainable indicators, dimensions, Amazon.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)	19
Quadro 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Brasileiro	19
Figura 2 - Mesorregião Metropolitana de Belém no Pará, 2020	32
Quadro 2 - Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana (SISU)	34
Quadro 3 - Temas da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas.	37
Quadro 4 - Base conceitual da distribuição dos indicadores na elaboração da MASU	37
Quadro 5 - Matriz de Indicadores Sustentável Urbana (MASU)	44
Quadro 6 - Parâmetro de Análise e Tipos de Relação por Indicador	48
Quadro 7 - Fórmulas para os Cálculos Estatístico Básico	50
Figura 3 - Representação Esquemática da elaboração da Escala de Distribuição de Dados.....	51
Quadro 8 - Fórmula dos cálculos entre classes	52
Gráfico 1- Indicadores em relação aos municípios para a Dimensão Ambiental	55
Gráfico 2 - Indicadores em relação aos municípios para a Dimensão Político-Institucional	60
Gráfico 3- Indicadores em relação aos municípios para a Dimensão Social	64
Quadro 9 - Síntese dos Indicadores e seus Níveis de Sustentabilidade	70
Figura 4 - Análise Espacial dos Níveis de Sustentabilidade das Dimensões	73
Figura 5 - Análise espacial do Desenvolvimento Sustentável	75
Figura 6 - Mesorregião Metropolitana de Belém no Pará, 2020.....	89
Quadro 10 - Relação de sentido e sinais ortogonal para a sustentabilidade	95
Gráfico 4 - Variabilidade dos coeficientes da CP1 entre indicadores e total de municípios	96
Gráfico 5 - Variabilidade dos coeficientes da CP2 entre indicadores e total de municípios	99
Gráfico 6 - Variabilidade dos coeficientes da CP3 entre indicadores e total de municípios	101
Gráfico 7 - Variabilidade dos coeficientes da CP1, CP2 e CP3 entre indicadores e total de municípios	103
Quadro 11- Síntese dos Indicadores Favoráveis e Desfavoráveis dos Componentes Principais (CPs)	104
Gráfico 8 - Diagrama de Dispersão (<i>Scatter Plot</i>) pelos Componentes CP1 e CP2	108
Quadro 12 - Identificação indicadores nos Quadrantes do Diagrama de Dispersão	109

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Análise de componentes Principais
AGSN	Aglomerado Subnormal
ANA	Agência Nacional de Água
CGU	Controladoria-Geral da União
CNEA	Cadastro Nacional de Entidades Ambientalistas
COSANPA	Companhia de Saneamento do Pará
CP	Componente Principal
CSD	Comissão de Desenvolvimento Sustentável
DA	Dimensão Ambiental
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DPI	Dimensão Político-Institucional
DS	Dimensão Social
FAPESPA	Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MASU	Matriz de Indicadores Sustentáveis Urbana
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PAST	<i>PAlaeontological STatistics</i>
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
QV	Qualidade de Vida
RMB	Região Metropolitana de Belém
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases
SISU	Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TCU	Tribunal de contas da União
TSE	Tribunal Superior Eleitoral

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	12
1.1	Sustentabilidade Urbana.....	14
1.2	Indicadores e Índices.....	16
1.3	Acordos Internacionais sobre o Meio Ambiente.....	17
1.4	Dimensões da Sustentabilidade Urbana.....	21
1.4.1	Dimensão Ambiental.....	21
1.4.2	Dimensão Político-Institucional.....	22
1.4.3	Dimensão Social.....	24
1.5	Justificativa e Interdisciplinaridade da Pesquisa.....	25
1.6	Objetivos.....	26
1.6.1	Objetivo Geral.....	26
1.6.2	Objetivos Específicos.....	27
1.7	Estrutura da Dissertação.....	27
2	PROPOSIÇÃO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE URBANA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM.....	28
2.1	Introdução.....	30
2.2	Materiais e Método.....	31
2.2.1	Área de Estudo.....	31
2.2.1.1	Caracterização da Área de Estudo.....	33
2.2.2	Materiais.....	34
2.2.2.1	Matriz de Indicadores Sustentável Urbana (MASU).....	36
2.2.2.1.1	Seleção de Indicadores.....	36
2.2.2.1.2	Fundamentação para Disposição dos Indicadores na MASU.....	40
2.2.3	Método.....	47
2.2.3.1	Padronização de Dados.....	47
2.2.3.2	Parâmetros para análise de dados.....	48
2.2.3.3	Escala de Distribuição de Dados.....	50
2.3	Resultados e Discussão.....	53
2.3.1	Análise das Categorias e dos indicadores da Dimensão Ambiental.....	53
2.3.2	Análise das Categorias e dos seus indicadores da Dimensão Político-Institucional..	59
2.3.3	Análise das categorias e dos indicadores da Dimensão Social.....	63
2.3.4	Síntese da Discussão.....	69

2.3.5	Análise Espacial dos Níveis de Sustentabilidade Urbana.....	71
2.4	Conclusão.....	76
	REFERÊNCIAS.....	78
3	MATRIZ DE INDICADORES SUSTENTÁVEIS URBANO (MASU): UMA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE COM USO DE COMPONENTES PRINCIPAIS (CP).....	84
3.1	Introdução.....	86
3.2	Materiais e Métodos.....	88
3.2.1	Área de Estudos.....	88
3.2.2	Dados.....	91
3.2.3	Métodos.....	91
3.3	Resultados e Discussão.....	96
3.3.1	Análise entre os indicadores e o total dos municípios.....	96
3.3.2	Relação da sustentabilidade entre indicadores e municípios específicos.....	106
3.4	Conclusão.....	110
	REFERÊNCIAS.....	111
4	CONCLUSÃO GERAL.....	115
4.1	Sugestões para Pesquisas Futuras.....	115
4.2	Considerações Finais.....	113
	REFERÊNCIAS.....	117
	APÊNDICE A - CÁLCULOS ESTATÍSTICOS.....	121
	APÊNDICE B - ESCALA DE DISTRIBUIÇÃO DE DADOS.....	124
	APÊNDICE C - ANÁLISE DOS PESOS DOS INDICADORES POR DIMENSÃO.....	126
	APÊNDICE D - CONTAGEM DE FREQUÊNCIA ACUMULADA POR NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE.....	128
	APÊNDICE E - TOTAL DE PESOS ACUMULADOS ADQUIRIDOS POR NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE (DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL).....	130

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO GERAL

Os avanços tecnológicos ocorridos mundialmente, a partir da Revolução Industrial mudou a forma de produção e consumo da humanidade, devido a transformação de suas matérias-primas em bens. A degradação ambiental foi uma consequência a precarização e danificação do uso do meio ambiente, através do esgotamento dos recursos naturais. Estes avanços, alcançaram os campos, através da mecanização do processo de modernização das práticas agropecuárias, intensificaram o êxodo rural, a qual está mão-de-obra, excedente, foi absorvida pelas indústrias, por baixo custo. Com o tempo, houve a percepção sobre o esgotamento dos Recursos naturais, vinculado a questão da degradação ambiental, que começou a ser sentida nas rústicas cidades.

A partir da década de 50 do Século XX, os impactos da industrialização sobre o meio ambiente começavam a ser sentidos na Inglaterra com o fenômeno dos “Smog”, que foi o marco inicial, onde oito mil pessoas morreram por este fenômeno. Entre outros desastres que foram relatados em vários lugares do planeta (MARQUES, 2005).

Os recursos naturais do Brasil e do mundo estão sendo consumidos de forma descontrolada por seus habitantes, impactando o meio ambiente e ocorrendo desastres ambientais muitas vezes de forma irreparável. Onde, o ser humano tinha a ideia de que os recursos naturais eram inesgotáveis. No entanto, com o passar do tempo a degradação começou a tomar conta do planeta e perceberam que a saída seria conviver com o meio ambiente de forma equilibrada, ou a sua própria existência estaria ameaçada.

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92) teve o intuito de conscientização do mundo sobre a sustentabilidade, considerando que várias dimensões como a política, econômica, social e ambiental, pudessem ser analisadas, pois apenas o envolvimento de uma dimensão ou duas (social e econômica) não suficiente para analisar a sustentabilidade seja de um sistema ou país.

Assim, a Agenda 21 foi a ação resultante de um conjunto de esforços internacionais para definição de um instrumento gerencial para construção de sociedade mundialmente sustentáveis, conciliando meios para proteção do meio ambiente, obtenção de justiça social e efetividade econômica. Dando continuidade a esta ferramenta gerencial, foi publicado em 2015, a Agenda 30, que consiste em um plano de Ação voltado para a humanidade, onde reconhece que a erradicação da pobreza é um dos maiores desafios globais para se obter um Desenvolvimento Sustentável.

No propósito de apoiar a implementação da Agenda 30 mundialmente, foi publicado a TWI2050, traduzido em “O mundo em 2050”, que possui objetivo de disseminar conhecimentos científicos de fatos que abordem os desafios relacionados ao cumprimento dos 17 ODS de forma integrada, elaborando roteiros detalhados com ciência, tecnologia e inovação. Que irá colaborar na formação de processos políticos que venham proporcionar meios as mudanças necessárias capaz de conduzir sinergia para execução dos ODS de forma global (IIASA, 2020).

No contexto da aferição, existem carências em programas com implantação de indicadores, em escala nacional e o regional (local), onde os indicadores de desenvolvimento sustentável apresentam problemática, isto é, indicadores que possam ser avaliados de forma diferente em cada região do país (SANTOS; MEDEIROS, 2020).

Assim, baseando nas perspectivas da governança pública, as pesquisas focadas em levantar a realidade local é de extrema importância para o presente e o futuro das gerações, conseguindo identificar ações de governança pública necessária ao planejamento para se ter um desenvolvimento local sustentável. Neste sentido, a utilização de indicadores sustentáveis consegue verificar a maturidade da gestão e analisar cenário, a fim de se construir diagnósticos, onde os gestores poderão desenvolver melhores estratégias que visem solucionar as fragilidades, a fim de se propor novos caminhos, que permitam um olhar abrangente, técnico e comparativo da realidade (TCU, 2020).

Para Monteiro e Kruger (2019), não existem um parâmetro único de características de indicadores e sim existem características que se adequam a cada região ou a cada necessidade existente. Devido à complexidade do desenvolvimento sustentável que requer um sistema de informações que possa transformar os conceitos da realidade operacional, pois os indicadores de sustentabilidade são fundamentais para tomada de decisões.

Através de indicadores sustentáveis acessíveis e viáveis, com finalidade de se obter resultados que consigam orientar o governo local na tomada de decisões que possam solucionar problemas urbanos reais, como os sociais (moradia deficiente, pobreza, entre outros), e o ambiental (excesso de lixo, poluição no ar, na água, enchentes, entre outros).

A importância desta pesquisa, se define pela oportunidade em se propor um sistema de indicadores que mensurem a sustentabilidade urbana que possam conduzir ações públicas locais, com aspectos direcionados ao Desenvolvimento Sustentável.

No mais, a Mesorregião Metropolitana de Belém, sendo uma das maiores regiões metropolitanas do norte do Brasil, apresenta condições ambientais, Político-Institucionais e

sociais, com ações públicas ainda deficientes para se garantir condições de vida digna a sociedade Amazônica.

Durante o período pandêmico, iniciado em 2020, ocorre no Brasil a problemáticas na governança pública que deixa em segundo plano as iniciativas para o desenvolvimento social, ambiental e Político institucional, tendo consequências o agravamento da degradação ambiental, e paralização dos espaços de serviço público administrativo, priorizando a saúde pública que já se encontrava em precariedade estrutural, não conseguindo atender a demanda da população.

1.1 Sustentabilidade Urbana

A mudança de uso e cobertura da terra, ocorrida a partir do século XIX, frente as demandas do avanço do capitalismo industrial, o mundo inicia um novo modelo de civilização, sustentado pelo desenvolvimento da industrialização, reorganização do espaço físico e um acentuado aumento na concentração de poluentes e remoção da cobertura vegetal local, que consegue afetar a qualidade de vida e o meio ambiente, em prol do avanço econômico.

De acordo com Hardt (1994), as áreas verdes urbanas são áreas de cidades com características com predominância natural, sem levar em conta a tipagem da vegetação, ou seja, áreas onde predomina a permeabilidade, podendo haver vegetação rasteira ou uma vasta cobertura arbórea.

Na proporção que o crescimento urbano ficou excessivo e cada vez mais degradantes. Certo da impossibilidade do retrocesso humano, e constantes no sentido de manter a busca pelo crescimento econômico, que é raiz do social, o Desenvolvimento Sustentável surgiu como pressuposto ideal para se crescer consciente, ou seja, com a preocupação de se prevenir impactos ambientais, diminuindo a degradação resultante das ações antrópicas (SOUZA; MAFRA, 2014).

Melhorando o ambiente urbano se consegue minimizar as disparidades inter-regionais, isto com a busca pelo equilíbrio na configuração rural-urbana e melhor distribuição espacial dos assentamentos humanos e atividades econômicas. Um objetivo sustentável, seria a elaboração de estratégias ambientalmente seguras para áreas ecologicamente frágeis garantindo a conservação da biodiversidade e do ecodesenvolvimento proposto (LEFF, 2005).

Sempre existiu uma preocupação em relação ao desenvolvimento sustentável, contudo, a sustentabilidade urbana pode ser entendida por diversas perspectivas e percepções que permitem afirmar o conceito ainda que se apresenta em evolução, porém requer alguns

processos de desconstrução. Uma vez que as noções de sustentabilidade urbana estão atreladas às mudanças ocorridas com a sociedade, contribuindo para o aumento das vulnerabilidades ocorridas no espaço urbano, emergindo, diversas interpretações da cidade para se descrever os aspectos da (in)sustentabilidade do espaço urbano (MARTINS et al., 2018).

Todavia, Souza et al. (2017) consideram a sustentabilidade como a capacidade de um sistema humano, natural ou misto para resistir ou se adaptar à mudança endógena ou exógena por tempo indeterminado, representada como uma meta ou um ponto final. No entanto, para alcançar essa sustentabilidade precisa-se de um desenvolvimento mais sustentável.

Com isto, uma cidade sustentável será aquela que, para uma mesma oferta de serviços, minimiza o consumo de energia fóssil e de outros recursos materiais, explorando ao máximo os fluxos locais e satisfazendo o critério de conservação de estoques e de redução do volume de rejeitos. Gerando assim, um ambiente capaz de propiciar um padrão de vida aceitável sem causar profundos prejuízos ao ecossistema ou aos ciclos biogeoquímicos de que ela depende. (ROSELAND, 1997; ACSERALD,1999)

A fim de que haja Sustentabilidade, é essencial que ocorra Desenvolvimento Sustentável como um modelo de processo em que a primeira se relaciona com o fim, enquanto a segunda relaciona-se com o meio. Ou seja, o Desenvolvimento Sustentável como meio para que seja possível obter equilíbrio entre o progresso, a industrialização, o consumo e a estabilidade ambiental, com o objetivo de atingir a sustentabilidade e o bem-estar da sociedade (SOUZA; MAFRA, 2014).

Diante ao exposto, criar meios ou técnicas para se mensurar o desenvolvimento sustentável, serão sempre um grande desafio aos pesquisadores e aos órgãos governamentais, pela complexidade de se obter características, em forma de dados, e que estes dados sejam coletados de forma constante para realizar análises de monitoramento em escala local, nacional ou internacional.

Os indicadores são formas de se operacionalizar a avaliação do Desenvolvimento Sustentável, isto através de cálculos, abrangendo a coleta de dados da amostra a ser analisada. Os indicadores podem assumir relação positiva ou negativa de acordo com o desenvolvimento sustentável, cuja operacionalização se obtém os cálculos dos índices, que são realizadas a partir de fórmulas que reconheçam essas relações e que permitam a análise da sustentabilidade por meio da agregação dos índices. (MARTINS; CÂNDIDO, 2008).

1.2 Indicadores e Índices

O uso de indicadores, índices e de ferramentas modernas de processamento de dados são indispensáveis para orientar os esforços para a sustentabilidade e para integração das atividades de pesquisa, planejamento, decisão e avaliação (FONSECA et al., 2010).

As propostas de construção de indicadores socioambientais possuem em comum o objetivo de fornecer subsídios à formulação de políticas nacionais e acordos internacionais, bem como à tomada de decisão por atores públicos e privados. Como também, buscam descrever a interação entre a atividade antrópica e o meio ambiente e conferir ao conceito de sustentabilidade maior concretude e funcionalidade (BRAGA, 2006).

A utilização de índices e indicadores para mensurar a sustentabilidade é bastante utilizada na literatura mundial (BELLEN, 2004). Pois os estudos científicos agregam distintas variáveis, formando índices e indicadores com pesos próprios, seja na dimensão social, econômica ou ambiental.

Nesta pesquisa, o termo indicador fundamenta-se no conceito de Mueller et al. (1997), considerado como um dado individual ou um agregado de informações, sendo que um bom indicador deve conter os seguintes atributos: simples de entender; quantificação estatística e lógica coerente; e comunicar eficientemente o estado do fenômeno observado. Enquanto o conceito sobre índice, considera o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem (KHANNA, 2000).

Siche et al., (2007) traduz a utilização de índices e indicadores, como pesquisa científica que possui mérito em formar: a explicação dos mecanismos e lógicas atuantes na área sob análise; e quantificação dos fenômenos mais importantes que ocorrem no sistema. Através destas duas premissas serão possíveis conhecer como a ação humana está afetando seu entorno; alertar sobre os riscos de sobrevivência humana e animal; prever situações futuras; e guiar na tomada de melhores decisões políticas.

Ademais, existem incertezas sobre quais sistemáticas de mensuração devem ser utilizados na análise da sustentabilidade, e se o mesmo conjunto de indicadores pode ser aplicado em diferentes escalas ou se podem ser aplicados a diferentes contextos, sem comprometer a representatividade das singularidades locais. Embora não exista um sistema ideal, há uma ampla variedade de sistemas de indicadores que podem ser utilizados de acordo com o que se pretende avaliar e em função da disponibilidade dos dados (PEREIRA; VIEIRA, 2016).

Na busca de maneiras de medir a sustentabilidade, os indicadores se apresentam como essenciais para concretizar um processo de desenvolvimento em bases sustentáveis, através da operacionalização de um conjunto de variáveis (indicadores) que são relevantes para a comunicação de informações e para a compreensão da realidade estudada (MARTINS; CÂNDIDO, 2008).

1.3 Acordos Internacionais sobre o Meio Ambiente

A Sustentabilidade constitui-se um conceito dinâmico que leva em conta as necessidades crescentes das populações num contexto internacional em constante mudanças e expansão. Com o propósito em dar continuidade ao desenvolvimento socioambiental, foram formulados acordos internacionais entre nações com princípios definidos para o crescimento econômico resiliente.

As publicações sobre os danos causados ao meio ambiente e demais problemas decorrentes da industrialização como: desigualdade, pobreza, fome, entre outros, de caráter social, traziam consigo uma essência alarmista, típica do preservacionismo, é comum que vários desses primeiros acordos sejam no sentido, mas majoritariamente de aplicação ambiental (FRAGAS; CORRÊA, 2019).

Podemos citar como marco dessas discussões internacionais: a Conferência de Estocolmo (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano) em 1972; a publicação do Relatório Brundtland (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento) e a Conferência de Otawa, na década de 80; A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92) em 1992, que juntas contribuíram para a conscientização das nações em relação aos diferentes níveis de desenvolvimento que necessitam medidas adequadas considerando o meio ambiente, economia, a questão político e social.

Observamos com estas emblemáticas conferências e publicações de âmbito internacional, que os problemas ambientais não são individuais e sim coletivos, e assim sendo, não respeitam as fronteiras geopolíticas, e por consequência conseguem afetar a humanidade como um todo (PERALTA, 2011).

A Agenda 21, publicada em 1992, foi a resultante de uma série de discussões, conferências e acordos internacionais, onde pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. A qual está voltada aos problemas

de hoje e com objetivo de preparar o mundo para os desafios do próximo século. Refletindo em um consenso mundial, um compromisso político no nível mais alto, a qual o êxito de sua execução é de responsabilidade, tanto dos Governos quanto da população. E para concretizá-la, são cruciais que existam estratégias, planos, políticas e processos nacionais (BRASIL, 2022).

Entretanto, a concretização desses acordos, por sua vez, se constituiu em grande dificuldade para alguns países. De um lado, os países desenvolvidos, receosos em termos econômicos, se vejam abalados com a implantação das novas medidas. Por outro lado, países em desenvolvimento, que sofrem a falta de estrutura e recurso para implantação de mudanças.

Assim, Queiroz (2005) infere que, estas questões trata-se de sensibilidade política, pois requer que países em graus de desenvolvimento diferentes se ajustarem, por meio da cooperação, e que consigam estabelecer padrões mínimos de proteção ambiental.

Em 2015, os 193 Estados Membros da ONU durante a “UN General Assembly Resolution 70/1”, atualizaram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) rumo a um novo período, surgindo assim a Agenda 2030. O ODS, é centrado nas pessoas, onde seus Objetivos e Metas são integrados e indivisíveis e conseguem equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômico, social e ambiental.

De acordo com as Nações Unidas (2022), a agenda 30 é um plano de ação voltado as pessoas, o planeta e para a prosperidade das nações, que buscam fortalecer a paz universal em maior liberdade, a ser implementada por todos os países e partes interessadas, atuando de forma colaborativa, para erradicar a pobreza em todas as suas formas e dimensões, que sendo um grande desafio, ainda é um dos requisitos indispensáveis para o desenvolvimento sustentável.

Na Figura 1, podemos identificar os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são uma orientação global de ações, metas e indicadores, estabelecidos para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, garantindo que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. Estes objetivos estão relacionados e abordam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por todas as nações (ONU Brasil, 2021).

Figura 1 - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: Nações Unidas (2022).

Para alcançar os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), foram relacionadas 169 metas que demonstram a escala e a adição de uma Agenda universal. Os objetivos possuem seu desenvolvimento voltados para o Milênio que buscam concretizar os direitos humanos e a igualdade. Eles são integrados e indivisíveis, e equilibram as dimensões (econômica, social e ambiental) do desenvolvimento sustentável.

No Quadro 1, encontram-se relacionados as metas globais dos ODS, onde a perspectiva para se atingir foi estipulada para até 2030, abrangendo as dimensões ambiental, econômica e social de forma inter-relacionada. Com isso, espera-se que os países definam as suas metas nacionais, baseadas nas metas globais de acordo com as suas circunstâncias e as incorporem em suas políticas, programas e planos de governo (ODS Brasil, 2022).

Quadro 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável Brasileiro

OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	METAS
Objetivo 1 - Erradicação da Pobreza	Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares
Objetivo 2 - Fome Zero e Agricultura Sustentável	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável
Objetivo 3 - Boa Saúde e Bem-Estar	Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades

Objetivo 4 - Educação de Qualidade	Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos
Objetivo 5 - Igualdade de Gênero	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas
Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento	Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos
Objetivo 7 - Energia Limpa e Acessível	Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos
Objetivo 8 - Emprego Decente e Crescimento Econômico	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos
Objetivo 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura	Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação
Objetivo 10 - Redução das Desigualdades	Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles
Objetivo 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis
Objetivo 12 - Consumo e Produção Responsáveis	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis
Objetivo 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima	Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos (reconhecendo que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] é o fórum internacional intergovernamental primário para negociar a resposta global à mudança do clima)
Objetivo 14 - Vida na Água	Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável
Objetivo 15 - Vida Terrestre	Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade
Objetivo 16 - Paz, Justiça e Instituições Eficazes	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis
Objetivo 17 - Parcerias e Meios de Implementação	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável

Fonte: Adaptado de (ODS, 2022).

Entretanto, o acompanhamento e avaliação destas metas, inclusas na Agenda 2030, são fundamentais para a sua implementação de uma sistemática a nível global, nacional e até mesmo regional. O Fórum Político de Alto Nível sobre o desenvolvimento sustentável é a instância responsável pela supervisão deste acompanhamento a nível global, estando sob os auspícios da Assembleia Geral e do ECOSOC, o Conselho Econômico e Social da ONU (ODS, 2022).

Nos dias atuais, há uma pressão política internacional sobre os países de menor porte ou ditos em desenvolvimento, que necessitam criar mecanismos para se acompanhar o desenvolvimento nacional, sendo dentro de um âmbito sustentável ambiental, social, econômico, político-institucional, entre outros, onde encaminha o país um retorno avaliativo sobre os termos e projetos dos investimentos públicos.

1.4 Dimensões da Sustentabilidade Urbana

Existem uma gama de indicadores produzidos que podem ser vinculados as dimensões estudadas. Contudo Slaper e Hall (2011) esclarece que, não existem um padrão universal aceito para as medidas que compreendem cada um dos três níveis da sustentabilidade (ambiental, pessoal, econômico). Isso pode ser visto como um ponto positivo por permitir ao usuário adaptar um quadro geral de indicadores as necessidades de diferentes entidades (empresas ou organizações sem fins lucrativos), diferentes projetos ou políticas (investimento em infraestrutura ou programas educacionais), ou diferentes limites geográficos (uma cidade, região ou país).

1.4.1 Dimensão Ambiental

A dimensão ambiental é baseada no duplo imperativo ético de solidariedade sincrônica da geração atual com as gerações futuras e para que isso possa ocorrer, devemos: compreender e respeitar as dinâmicas do meio ambiente, entender que o ser humano é apenas uma das partes deste ambiente, melhorar e controlar o uso dos recursos naturais, respeitando sua capacidade de renovação.

Conforme Moreira e Vitorino (2017), a supressão de áreas verdes pode intensificar os problemas socioambientais como: elevação na temperatura da superfície, aumento de riscos de alagamento e inundações, desconforto térmico entre outros. Esses efeitos são sentidos, na maioria dos casos, em maior escala pela população mais pobre que moram em áreas mais suscetíveis e carecem de infraestruturas.

As pesquisas de Callejas et al. (2015), demonstram que o pavimento asfáltico é um dos materiais que apresentam as mais altas temperaturas superficiais dentro do meio urbano, contribuindo de forma decisiva para o aquecimento do ar nestas áreas.

Para Slaper e Hall (2011), os indicadores ambientais devem representar avaliações de recursos naturais que reflitam a potencial e influências para sua viabilidade. Poderia incorporar

a qualidade do ar e da água, consumo de energia, natural recursos, resíduos sólidos e tóxicos e uso / cobertura da terra. Contudo, tendo as tendências de longo alcance disponíveis para cada uma das variáveis ambientais ajudaria as organizações a identificar os impactos que um projeto ou política teria em na área.

Segue algumas variáveis desta dimensão: Concentração de dióxido de enxofre; Concentração de nitrogênio óxidos; Poluentes prioritários selecionados; nutrientes em excesso; Consumo elétrico; Consumo de combustível fóssil; Gestão de resíduos sólidos; Gestão de resíduos perigosos; e Mudança no uso de cobertura da terra.

1.4.2 Dimensão Político-Institucional

A dimensão político-institucional, em caráter geral, engloba estudos com ênfase nos seguintes objetivos: crescimento sustentável com estabilidade econômica, geração de emprego e renda, ampliação do mercado de trabalho, melhoria da infraestrutura do país, ampliação da produtividade em todos os setores, conquista de novos mercados. Tais objetivos podem ser alcançados por meio do gerenciamento eficaz e alocação de recursos para investimentos públicos e privados.

Para Acserald (1999), a materialidade das cidades politicamente construída e as modalidades de sua reprodução são vistas também como dependentes das condições que legitimam seus pressupostos políticos. Assim como a insustentabilidade, que exprime a incapacidade das políticas urbanas adaptarem a oferta de serviços urbanos à quantidade e qualidade da demanda por serviços urbanos e os investimentos em redes e infraestrutura.

No entanto, o planejamento urbano vem sofrendo mudanças em seus paradigmas e formas de se conduzir as cidades desde a Constituição Federal de 1988, que atribuiu aos municípios a competência de se planejar e controlar o uso e ocupação do solo municipal. A entrada em vigor da Lei 10.257/2001, conhecida como Estatuto da Cidade, veio com o objetivo de formular diretrizes gerais de administração do ambiente urbano (MOREIRA; VITORINO, 2017).

Esse planejamento pode ser instituído através de políticas públicas, que são as totalidades de ações, metas e planos definidos pelo governo municipal que visa o bem-estar da sociedade e o interesse local, mas não somente na sua gestão, pois política pública envolve as decisões de Estado que correspondem às ações de longo prazo de natureza continuada e transcendente a uma única gestão (TCU, 2020).

Para que ocorra a interação político-institucional sustentável urbano, os administradores locais devem gerir através de um planejamento governamental adequado. O Estatuto da Cidade assegura que o meio ambiente urbano seja justo, equilibrado e sustentável, e que toda a atividade econômica deve ter planejamento por parte do administrador público, observando os limites de sustentabilidade ambiental (MOREIRA; VITORINO, 2017).

Contudo, a Lei 10.257/01 para se materializar em ações da política urbana, o Plano Diretor se institui a diretriz geral da política urbana que estabelece no artigo 4, para os fins desta Lei, o que serão utilizados, entre outros instrumentos.

III – planejamento municipal, em especial:

a) plano diretor [...]

Art. 40. O plano diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

§ 1º O plano diretor é parte integrante do processo de planejamento municipal, devendo o plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e o orçamento anual incorporar as diretrizes e as prioridades nele contidas.

§ 2º O plano diretor deverá englobar o território do Município como um todo.

§ 3º A lei que instituir o plano diretor deverá ser revista, pelo menos, a cada dez anos (BRASIL, 2001).

Com isto, para que se efetive uma avaliação do Plano diretor de forma justa, as mensurações do desenvolvimento sustentável urbano, torna-se importante ferramenta de direcionamento e avaliação para os órgãos públicos locais, estaduais e Federais.

De acordo com Martins e Cândido (2013), a transformação das cidades brasileiras em sustentáveis tem a necessidade de reformulações no desenho das políticas públicas de intervenção no território e nas áreas urbanas, com atenção na estratégica ao planejamento do desenvolvimento regional, fazendo com que as cidades sejam parte integrante, dado os condicionantes regionais para a sustentabilidade.

O Plano Plurianual, Lei de Diretrizes Orçamentárias e Lei Orçamentária Anual são os principais e obrigatórios instrumentos da Governança Estadual e local. E precisam estar interligados e serem executados em consonância com as diretrizes e metas da administração, especificando assim, as obrigações assumidas pelo governante e o propósito de seu plano de governo junto à população (TCU, 2020).

Quanto as variáveis de estudo desta dimensão, Slaper e Hall (2011) sugerem que devem ser as que lidam com o fundo linha e o fluxo de dinheiro. Poderia optar pelas receitas ou despesas, impostos, fatores de clima de negócios, emprego e diversidade de negócios fatores. Segue alguns exemplos: Renda pessoal; Custo de subemprego; Rotatividade de estabelecimento; tamanhos de estabelecimento; Aumento do emprego; Distribuição de

empregos por setor; Porcentagem de empresas em cada setor; e Receita por setor contribuindo para o produto do estado bruto.

De acordo com Braga (2006), os indicadores da capacidade político-institucional, consegue avaliar a capacidade da relação com a sociedade em enfrentar os desafios da sustentabilidade urbana e oferecer respostas políticas aos problemas a ela relacionados. Está relacionado às prioridades de sustentabilidade urbana relativas ao fortalecimento da cidadania e promoção do engajamento cívico.

1.4.3 Dimensão Social

A dimensão social encontra-se baseada no princípio da equidade, na distribuição de renda e de bens, nos princípios da igualdade de direitos, dignidade humana e solidariedade dos laços sociais. O objetivo é construir uma civilização do “ser”, em que exista maior igualdade na distribuição do “ter”, para se melhorar substancialmente os direitos e as condições de vida das populações (ACSERALD, 1999).

Freitas (2015) afirma que, a dimensão social abriga os direitos fundamentais sociais e reclama o incremento da equidade (intra e intergeracional), condições propícias as potencialidades humanas e o engajamento na causa do desenvolvimento que faz a sociedade mais apta a sobreviver, em longo prazo, com dignidade e respeito à dignidade dos seres vivo.

Contudo Acserald (1999) infere que, as implicações sanitárias podem, alternativamente, ser associadas a representações coletivas da cidadania, em que as emissões líquidas e gasosas resultantes das tecnologias urbanas são entendidas como imposição de consumo forçado de produtos invendáveis das atividades da produção mercantil ou do modo de consumo das mercadorias, notadamente dos veículos automotores.

Segundo Slaper e Hall (2011), as variáveis que compõem o social devem referir-se à comunidade ou região e pode incluir medições de educação, equidade e acesso ao social recursos, saúde e bem-estar, qualidade de vida e capital social. Tem-se alguns exemplos de variáveis potenciais a esta dimensão, como: Taxa de desemprego; Participação feminina na força de trabalho avaliar; Renda familiar média; Pobreza relativa; Porcentagem da população com um grau pós-secundário ou certificado; Tempo médio de deslocamento; Crimes violentos per capita e Expectativa de vida ajustada à saúde.

Esta dimensão e suas variáveis, se enquadram como Qualidade de Vida (QV) e a Organização Mundial de Saúde (OMS), conceitualiza QV como a percepção do indivíduo, de

sua posição na vida, no contexto da cultura e dos sistemas de valores nos quais ele vive e em relação a seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações.

Um indicador que traz as formas mais tradicionais de se avaliar qualidade de vida de grandes populações é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que mede o progresso de uma nação a partir de três variáveis: renda, saúde e educação. O objetivo da criação deste Índice foi oferecer um indicador que mede no geral, de forma sintética, o desenvolvimento humano. O IDH foi criado por Mahbub Ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998. Contudo, a última atualização de seus dados foi em 2010, não refletindo a pluralidade incorridas na atualidade (PNUD, 2021).

1.5 Justificativa e Interdisciplinaridade da Pesquisa

As cidades vêm sofrendo um crescimento urbano no decorrer dos anos, porém com redução dos espaços verdes, aumento na poluição sonora e problemas relacionados com o tráfego de veículos. Podemos considerar, um crescimento desordenado e sem visão de futuro.

O uso ineficiente dos recursos naturais consegue produzir maior produção de resíduos e emissão de gases poluentes. A poluição do ar e da água são problemas ambientais que trazem consequências sociais como adoecimento da população e aumento no atendimento público de saúde.

A problemática ambiental é uma crise complexa e multidimensional, que afetam todos os aspectos da vida humana como: a saúde, o modo de vida, a qualidade do meio ambiente e relações sociais, da economia, tecnologia e política. A qual Galli (2007) cita que, o homem precisa se defrontar com a real ameaça de extinção da sua raça, bem como de toda a vida no planeta.

O avanço desenvolvimentista do capitalismo segue aliada um planejamento público ineficaz, e tem como consequências alterações no balanço de energia e alteração dos níveis de conforto urbano (elevação da temperatura e redução da umidade relativa). Estes aglomerados urbanos em sua formação desordenada, criaram um clima urbano com dinâmicas próprias, e acabam gerando anomalias na temperatura do ar, na superfície e na umidade, tendo como as “ilhas de calor” (ou ilhas térmicas) um fenômeno ocasionado pelas modificações ambientais (MOREIRA; VITORINO, 2017).

No mais, o desenvolvimento urbano na Amazônia, foi acentuado por problemas socioeconômicos e ambientais nas cidades. Percebendo na formação do espaço, a presença de

ocupações informais e irregulares, onde se articulam alto nível de desigualdade social e aprofundamento da segregação socioespacial (FERNANDES et al., 2015).

A retirada da arborização nesse espaço urbano, os meios de transporte terrestre acoplado a grandes aglomerados populacionais e a formação de ilhas térmicas conseguem reduzir a qualidade de vida populacional. Moreira e Vitorino (2017) mencionam que a questão da arborização das vias públicas que servem como um filtro para atenuar ruídos, retenção de pó, oxigenação do ar, além de oferecer sombra e a sensação de frescor.

As relações de expansão urbana antrópica, tem relação direta com a economia da região e conseqüentemente impacta no meio ambiente, pela maior ou menor presença da população nas regiões. E a mesorregião metropolitana de Belém, além de ser uma das maiores metrópoles no norte da Amazônia, possui uma considerável concentração populacional, a qual tende a produzir problemas ambientais, sociais e político-institucional, como poluição do ar e água, produção de lixo.

Portanto, por meio de uma abordagem interdisciplinar, este estudo irá abranger o desenvolvimento sustentável local, caracterizando a atual condição e apontando melhorias nas questões de saúde, sistema ambiental, político-institucional e a qualidade de vida, que permitam enfrentar desafios presentes e futuros.

Assim, esta pesquisa analisará as possíveis ligações entre os indicadores de sustentabilidade urbana dentro de um contexto político-institucional e socioambiental, considerando os aspectos positivos e/ou negativos da sustentabilidade dentro dos municípios, face as mudanças urbanas contínuas.

De tal modo, que este estudo irá contribuir para se analisar o desenvolvimento (in)sustentável através da seleção de indicadores que possuam parâmetros político-socioambientais, com a construção de uma Matriz de Indicadores Sustentáveis Urbanos em âmbito municipal, procurando identificar uma interface entre as 3 (três) dimensões sustentáveis (citar as 3 dimensões).

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo Geral

Propor um sistema de indicadores que permita mensurar a sustentabilidade urbana nas dimensões Ambiental, Político-Institucional e Social da Mesorregião Metropolitana de Belém.

1.6.2 Objetivos Específicos

- I. Selecionar indicadores que caracterizem as dimensões Ambiental, Político-Institucional e Social;
- II. Elaborar a Matriz de Indicadores Sustentáveis Urbana (MASU);
- III. Validar o sistema de indicadores MASU;
- IV. Analisar o Nível de Sustentabilidade dos indicadores nos municípios.

1.7 Estrutura da Dissertação

Este estudo será estruturado ao todo em quatro capítulos, como segue:

Capítulo 1: apresenta uma visão geral sobre o tema abordado nesta pesquisa, além de uma revisão bibliográfica sobre Sustentabilidade, Desenvolvimento sustentável, Acordos internacionais, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e as Dimensões Sustentáveis.

Capítulo 2: contempla o primeiro artigo científico que trata sobre a proposição de um sistema de indicadores para construção da Matriz de Indicadores Sustentável Urbana (MASU), a validação e a análise da amostra através do Método Estatístico de Escala de Likert, abrangendo coleta de informações por sites institucionais com dados abertos, objetivando obter resultados para os Níveis de Sustentabilidade Urbana para a região da Mesorregião Metropolitana de Belém (PA), atendendo ao primeiro, o segundo e o terceiro objetivos específicos da pesquisa.

Capítulo 3: contempla o segundo artigo científico, onde é apresentada uma validação da Matriz de Indicadores Sustentável Urbana (MASU) através do método de Análise de Componentes Principais (ACP) para a Mesorregião Metropolitana de Belém, atendendo o segundo e o terceiro objetivos específicos da pesquisa.

Capítulo 4: Retrata a conclusão geral sobre a pesquisa, abordando as sugestões para pesquisas futuras e Considerações Finais.

CAPÍTULO 2 PROPOSIÇÃO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE URBANA DA MESORREGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Resumo

Para se alcançar a sustentabilidade na região Amazônica é fundamental criar estratégias ecológicas de uso dos recursos naturais para conservação da biodiversidade, através atividades econômicas, sociais e culturais sustentáveis, suprimindo as necessidades da sociedade atual possibilitando o desenvolvimento urbano e garantindo a preservação do meio ambiente. Os órgãos públicos precisam estar envolvidos no gerenciamento da expansão demográfica, nas problemáticas internas e externas que envolvem questões de emprego e renda, meios saúde, segurança, habitação, entre outros fatores que norteiam o desenvolvimento de uma sociedade. Um meio de se mensurar o desenvolvimento local, estadual ou nacional é através de indicadores, que proporciona avaliações de várias áreas, promovendo apoio as decisões políticas em relação ao desenvolvimento sustentável. Assim, o objetivo deste capítulo é propor um sistema de indicadores que consiga mensurar a sustentabilidade urbana nas vertentes: Ambiental, Social e Político-Institucional da Mesorregião Metropolitana de Belém. Esta pesquisa seguiu a base da metodologia de Escala de Likert, que foi adaptada para adequação dos dados originais quantitativos em informações qualitativas e gerar resultados para os Níveis de sustentabilidade urbano, considerando todas as variáveis que compõem a Matriz de indicadores Sustentáveis Urbano (MASU). Os resultados indicam que o uso da metodologia proposta consegue mensurar e quantificar o desenvolvimento sustentável e a nível municipal de forma precisa, demonstrando em qual vertente os municípios possuem maior adequação e qual áreas está concentrada as deficiências quanto a sustentabilidade. Podemos citar, a capital Belém que apresentou o melhor nível sustentável em relação aos demais municípios, contudo, não quer dizer que Belém seja uma cidade sustentável, apenas que em relação a área de estudo, os indicadores apontam que fatores como: renda, serviços e políticas sociais estão mais concentradas na capital em detrimentos dos demais municípios. Ao passo que, o segundo município mais sustentável foi Santa Bárbara do Pará, que possui infraestrutura econômica, social e educação expressivamente inferior a capital Belém, sendo este resultado atribuído a dimensão espacial do município em relação a demografia e a forma de desenvolvimento econômico, pautado em pequenos negócios agropastoris. Dessa forma, entende-se que a metodologia proposta consegue identificar as nuances dos fatores que promovem o desenvolvimento sustentável, dando a oportunidade de aferir qual a vertente do MASU está afetando diretamente o resultado em cada município.

Palavras-chave: indicador sustentável; MASU; dimensão; Amazônia.

Abstract

In order to achieve sustainability in the Amazon region, it's essential to create ecological strategies for the use of natural resources for the conservation of biodiversity, through sustainable economic, social and cultural activities, meeting the needs of today's society, enabling urban development and ensuring the preservation of the environment. Public Institutions need to be involved in the management of demographic expansion, in internal and external issues involving employment and income, health, security, housing, among other factors that guide the development of a society. The way to measure local, state or national development is through indicators, which provide assessments of various areas, promoting support in political decisions relation to sustainable development. The objective of this chapter is to propose a system of indicators that can be used by urban sustainability in the following areas: Environmental, Social and Political-Institutional of the Metropolitan Mesoregion of Belém. This research followed the basis of the Likert Scale methodology, which was adapted to adapt the original quantitative data into qualitative information and generate results for the Levels of urban sustainability, considering all the variables that make up the Matrix of Sustainable Urban Indicators (MASU). The results indicated that the use of the proposed methodology is able to accurately measure and quantify sustainable development at the municipal levels, demonstrating in which aspect the municipalities had greater adequacy and which areas had the deficiencies in terms of sustainability are concentrated. We can mention, the capital Belém that presented the ~~best~~ highest sustainable level in relation to the other municipalities, however, it doesn't mean that Belém it's a sustainable city, only that in relation to the studied area, the indicators indicate out that factors such as: income, services and social policies are more concentrated in the capital to the detriment of other municipalities. While the second most sustainable municipality was Santa Bárbara do Pará, which has an economic, social and educational infrastructure significantly lower than the capital Belém, this result being attributed to the spatial dimension of the municipality in relation to demography and the form of economic development, based on in small agro-pastoral businesses. From this information, it is understood that the proposed methodology is able to identify the nuances of the factors that promote sustainable development, giving the opportunity to assess which aspect of the MASU is directly affecting the result in each municipality.

Keywords: sustainable indicator; MASU; dimension; Amazon.

2.1 Introdução

Dentre as maiores dificuldades encontradas pela indústria e comércio, está em como utilizar os recursos naturais sem degradar e sem esgotar, que se traduz no termo “sustentabilidade”. A degradação ambiental consegue impactar não somente o meio ambiente, como também o próprio ser humano, que sente suas ações através da poluição dos rios, mares, ar e solo, onde a contaminação pode levar a morte de animais e colocar em risco a própria humanidade.

Os meios de mensurar a sustentabilidade surgiram pela necessidade em se medir os avanços da degradação no meio ambiente pelas ações antrópicas. Para conter essa degradação deve ser possível de identificá-la, medi-la, buscar medidas para controlar e mitigar seus impactos, inserir medidas preventivas e punitivas aos atores causadores, desde que o esforço público e coletivo, estejam sintonizados.

A materialização da sustentabilidade em suas múltiplas dimensões, significa a possibilidade de se construir uma nova sociedade baseada em novos paradigmas e alterar mudanças de comportamento (SOUZA; MAFRA, 2014).

Existe uma dificuldade de desenvolver abordagens capazes de integrar aspectos social, econômico e ambiental, que decorre em parte, da fragmentação do conhecimento. Neste contexto, o uso de indicadores, índices e de ferramentas modernas de processamento de dados são indispensáveis para orientar os esforços para a sustentabilidade e para integração das atividades de pesquisa, planejamento, decisão e avaliação (FONSECA et al., 2010).

Mensurar o desenvolvimento sustentável de um país, estado, município ou até mesmo de bairros, pode ser realizado através de uso dos indicadores, que conseguem desempenhar várias funções, como levar a decisões muito mais eficazes, simplificada, esclarecendo e tornando a informação agregada disponível para os formuladores de políticas públicas. Auxiliando assim, na incorporação de medidas que podem levar em direção das metas de desenvolvimento sustentável, fornecendo avisos para se prevenir contratempos econômicos, sociais e ambientais (UNDESA, 2007).

O objeto desta pesquisa é selecionar e consolidar indicadores que possam contemplar as dimensões (Ambiental, político-Institucional e social) de forma sintetizada para a Mesorregião Metropolitana de Belém, utilizando dados atuais e livres, que agreguem benefícios a geração de decisões públicas governamentais e que venham promover o bem-estar da sociedade Amazônica.

2.2 Materiais e Métodos

2.2.1 Área de Estudo

O estado do Pará é uma das 27 unidades federativas do Brasil, sendo o segundo maior estado do país com uma extensão de 1.247.689,515 km². E é dividido em 6 (seis) mesorregiões: Baixo Amazonas; Marajó; Metropolitana de Belém; Nordeste Paraense; Sudeste Paraense; Sudoeste Paraense. As mesorregiões são subdivididas em microrregiões, isto de acordo com a Constituição Brasileira, se agrupando em 144 (cento e quarenta e quatro) municípios limítrofes para o Estado do Pará (BELÉM, 2022).

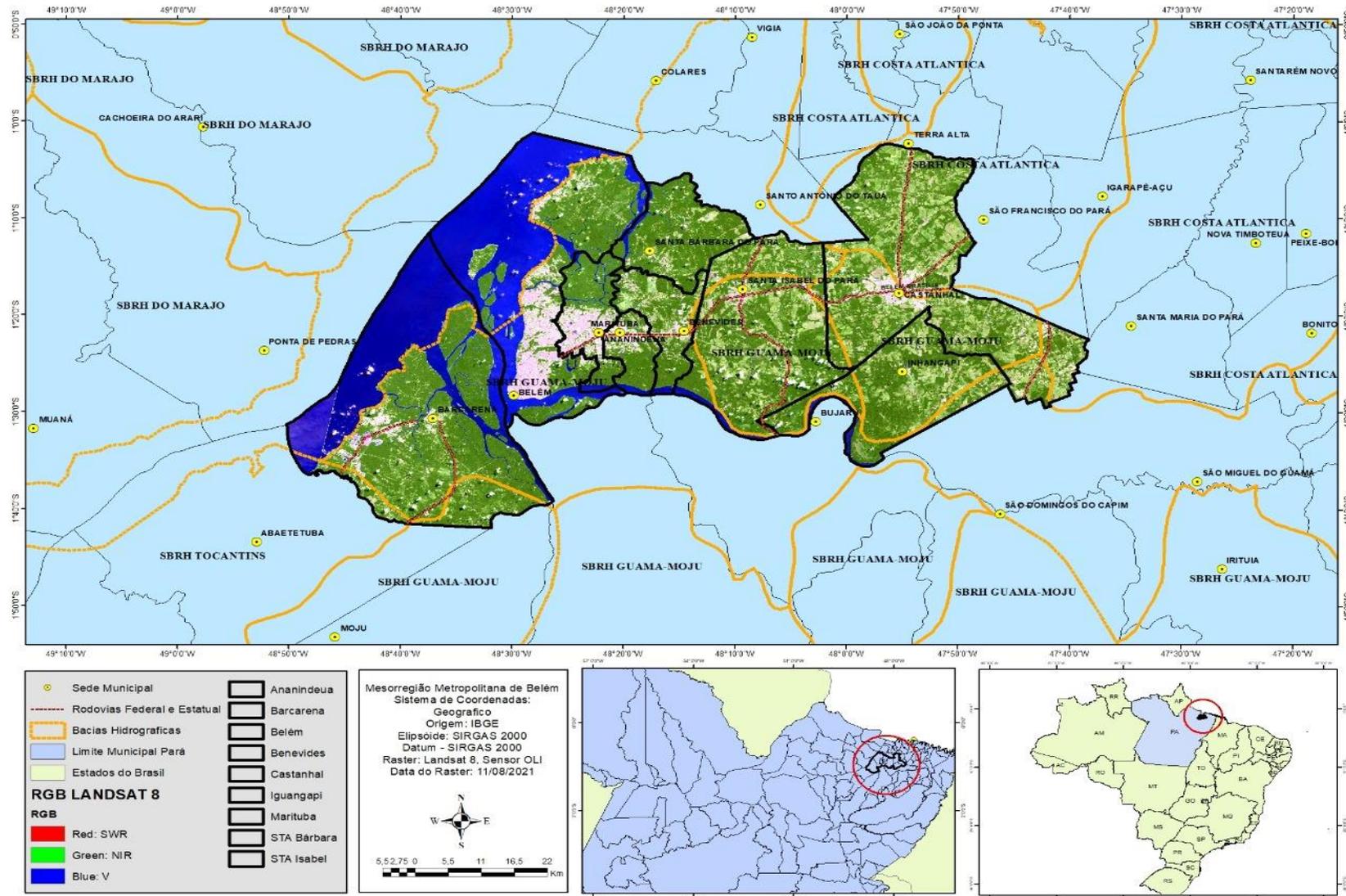
A área de estudo desta pesquisa será a Mesorregião Metropolitana de Belém, localizada no Nordeste do Estado do Pará, entre as latitudes de 01°00' a 01°50' Sul e longitudes de 47°40' a 48°50' Oeste.

A figura 2 contempla as conurbações entre duas microrregiões, a de Belém contendo 6 (seis) municípios, com a Microrregião de Castanhal, contendo 5 (cinco) municípios. Dessa forma, a mesorregião é composta por onze (11) municípios, dentre eles: Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides, Bujaru, Castanhal, Inhangapi, Marituba, Santa Barbará do Pará, Santa Isabel do Pará e Santo Antônio do Tauá.

A parte da mesorregião Metropolitana de Belém estudada foi: Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides, Castanhal, Inhangapi, Marituba, Santa Barbará do Pará, Santa Isabel do Pará. Que compõem uma área territorial de 5.349,146 km², com população estimada em 2.668.066 habitantes e uma densidade demográfica de 498,78 Hab/km², em 2020.

A escolha desta região foi motivada por sua localização, seu quantitativo populacional urbano e pela disposição de uma maior gama de informações (dados) virtuais para a coleta em relação ao período.

Figura 2 - Mesorregião Metropolitana de Belém no Pará, 2020.



Fonte: Elaborado pela autora.

2.2.1.1 Caracterização da Área de Estudo.

Segundo Pereira e Vieira (2016), a região metropolitana de Belém (RMB) foi umas das primeiras zonas metropolitanas criadas no Brasil, sendo instituída ainda na década de 70, por meio da Lei Complementar Federal 14/1973. Inicialmente composta pelos municípios de Belém e Ananindeua, teve sua área de influência expandida principalmente no final da década de 1990 com a inclusão dos municípios de Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará através da Lei Complementar Estadual 27/1995. Em 2010, o município de Santa Isabel do Pará, por meio da Lei Complementar Estadual 72/2010, e no ano 2011 o município de Castanhal foi incorporado à região por meio da Lei Complementar Estadual 76/2011, criando assim a atual configuração da RMB (Figura 1).

Quanto à economia da Mesorregião possui uma estrutura industrial produtiva na qual as atividades do comércio e serviços se apresentam como alternativas de emprego e renda para a população. No entanto, a capital concentra grande parte de todas as atividades produtivas da região, essa estrutura é fruto do processo histórico de inserção da região na evolução da economia nacional (BELÉM, 2021). Além da capital Belém, municípios como Ananindeua e Barcarena apresentam complexo de indústrias expressivo.

A Tabela 1, demonstra a estimativa populacional total, tendo sua Capital, o município de Belém, com a maior quantidade de habitantes em 2020 da área de estudos, sendo a mesorregião mais populosa do estado Pará.

Tabela 1- Estimativas Populacional e Área Territorial por Município.

MUNICÍPIO	2010	2020	Diferença do Crescimento populacional entre 2010 a 2020	Área da unidade territorial (km ²) - 2020
Ananindeua	471.980	535.547	63.567	190,581
Barcarena	99.859	127.027	27.168	1310,338
Belém	1.393.399	1.499.641	106.242	1059,466
Benevides	51.651	63.768	12.117	187,826
Castanhal	173.149	203.251	30.102	1029,3
Inhangapi	10.037	11.861	1.824	472,605
Marituba	108.246	133.685	25.439	103,214
Santa Bárbara do Pará	17.141	21.449	4.308	278,154
Santa Isabel do Pará	59.466	71.837	12.371	717,662
TOTAL	2.384.928	2.668.066	283.138	5.349,146

Fonte: Adaptado de (IBGE, 2022).

2.2.2 Materiais

No intuito de se obter análises com informações municipais realistas, na mensuração da sustentabilidade urbana, para a área de estudo, realizamos uma adaptação ao Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana (SISU), Quadro 2.

O período de coleta de dados, mais realista, contempla os anos de 2010, 2013, 2017 a 2020, a fim de verificar a abrangência da sustentabilidade para um desenvolvimento urbano sustentável. No entanto, percebemos que existem dados disponíveis com período mais atuais, porém não disponíveis para todos os indicadores.

Foram identificados alguns pontos que poderiam comprometer a pesquisa, pois dentre os 22 (vinte e duas) variáveis contidas no SISU, 16 (dezesesseis) delas necessitavam das informações do IBGE na obtenção da coleta dos dados. Dessa forma, identificamos que 72,73% dos indicadores do SISU, dependem direta ou indiretamente do IBGE, porém a sua última versão do Censo, ainda é de 2010. Por outro lado, o Instituto de Desenvolvimento Econômico-Social (IDESP), que consolidava e fornecia índices para o estado do Pará, não tem realizado atualização em sua base de dados desde 2008.

Verificamos que alguns indicadores do SISU (Braga, 2006) como o da Cobertura Vegetal, é direcionado pela autora a coleta de dados através da Fundação SOS Mata Atlântica, para análise de regiões brasileiras com este biótipo de floresta tropical que abrange a costa leste, nordeste, sudeste e sul do Brasil, leste do Paraguai e a província de Misiones, na Argentina.

Quadro 2 - Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana (SISU)

Índice de Capacidade Político-Institucional (ICP)		
Indicadores	Variáveis	Fonte
Autonomia Político fiscal	Autonomia Fiscal	IDESP
	Peso eleitoral	IBGE / TSE
Gestão Pública Municipal	Porcentagem de funcionários com educação superior (%)	IBGE
	Grau de informatização da máquina pública local	IBGE
	Existência de instrumentos de gestão urbana	IBGE
	Existência e regularidade no funcionamento dos Conselhos Municipais de Desenvolvimento Urbano e de Habitação	IBGE
Gestão Ambiental Municipal	Existência e regularidade das reuniões do Conselho do Meio Ambiente	IBGE
	Unidades de conservação municipal por 100 mil habitantes	MMA

Informação e participação pública	Presença de entidades ambientalistas registradas no Cadastro Nacional de entidades Ambientalistas	MMA
	Participação político eleitoral (%)	TSE
Índice de Qualidade ambiental (IQA)		
Indicadores	Variáveis	Fonte
Cobertura vegetal	Relação entre cobertura vegetal remanescente e a área de domínio de cobertura original (%)	INPE
Recursos Hídricos	Qualidade da água	Órgãos Ambientais
Serviços Sanitários	O acesso à rede pública de fornecimento de água (%)	IBGE
	Instalação sanitária adequada (%)	IBGE
	Acesso à coleta regular de resíduos sólidos (%)	IBGE
Habitação adequada	O inverso da taxa de habitações subnormais (%)	IBGE
Pressão industrial	A intensidade energética (KMh/R\$)	IDESP
pressão intradomiciliar	Médias de residentes por cômodos	IBGE
	Média de moradores por domicílio	IBGE
Pressão por consumo doméstico	A intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.)	IDESP
Pressão automotiva	O número de veículos <i>per capita</i>	IBGE
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal		
Indicadores	Variáveis	Fonte
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	IDHM	PNUD/ IBGE

Fonte: Braga, 2006.

No intuito de se obter análises com informações municipais realistas, quanto a mensuração da sustentabilidade urbana, realizamos uma adaptação ao SISU, com indicadores que também tenham abrangência ao contexto da sustentabilidade urbana, a fim de se obter análises de dimensões com resultados relevantes a complexidade de tomada de decisão pública a nível municipal.

Com as substituições por novos indicadores, a seleção de indicadores original do SISU construída por Braga (2006), foi modificada quase em toda sua totalidade. Possibilitando assim, uma construção mais contemporânea de indicadores dentro do contexto urbano sustentável, dando lugar ao surgimento de nova ferramenta metodológica para análise de sustentabilidade metropolitana municipal, com possibilidade de captação de dados de diferentes fontes, tendo instituições renomadas de pesquisa e coleta de dados atuais.

2.2.2.1 Matriz de Indicadores Sustentável Urbana (MASU)

2.2.2.1.1 Seleção de Indicadores

A proposição de uma seleção de indicadores, abrange a elaboração de um sistema de matriz de indicadores, que consigam mensurar a Sustentabilidade Urbana nos Municípios. Esta fundamentação é a operacionalização do primeiro objetivo específico deste estudo.

Sobretudo, é um desafio a acomodação de indicadores que consigam captar critérios, conceitualizações e diretrizes em um objetivo singular para se analisar 3 (três) dimensões que sejam Ambiental, Político-Institucional e Social, com direções interdisciplinares que carregam conceitos que dificultam as operacionalizações e as congruências de seus resultados.

Abaixo segue relacionado a Descritiva da origem conceitual:

- a) Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana - SISU (Braga, 2006);
- b) Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 30, (2015);
- c) Indicadores de Desenvolvimento Sustentável-Diretrizes e Metodologias (UNDESA, 2007);
- d) NBR ISO 37120 (2017) – Cidades e Comunidades Sustentáveis;
- e) Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que estabelece diretrizes para o Saneamento Básico.

Para fins do disposto da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, artigo 3, define-se Saneamento Básico, no Brasil, como um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

No quadro 3, foi detalhado as metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados com suas metas gerais. Contudo, estas metas foram desdobradas em 254 indicadores, dos quais 110 estão produzidos, 73 em análise/construção, 62 estão sem dados e 9 não se aplicam ao Brasil (ODS, 2022). Porém, os indicadores brasileiros que foram classificados como produzidos não possuem dados para municípios, apenas a nível regional e nacional. Dessa forma, não puderam ser absorvidos para compor a MASU, que possui uma dinâmica municipal.

Inicialmente, foram consideradas as temáticas utilizadas na metodologia da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas (Quadro 3), que originaram a

elaboração dos “Temas” e “Categorias”, e, posteriormente, foram acomodadas adequadamente as dimensões estudadas.

Quadro 3 - Temas da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas.

Pobreza	Governança	Desenvolvimento
Saúde	Educação	Parceria
Demografia	Riscos naturais	Padrões de produção
Atmosfera	Terra	Econômico global
Oceanos, mares e costas	Água fresca	Consumo
Biodiversidade	Econômico	

Fonte: UNDESA, 2007.

Entretanto, de acordo com os temas da CSD, demonstrados no quadro acima, os indicadores de Serviços Sanitários e seus índices, além de estarem relacionados a temática da Pobreza, também podem ser alocados no Temática da Água, por ser tratar de medições de qualidade e quantidade de água.

No Quadro 4, é abordado as diretrizes conceituais que foram contemplados durante a seleção de uma nova sistemática de indicadores, como segue:

Quadro 4 - Base conceitual da distribuição dos indicadores na elaboração da MASU.

TEMA	CATEGORIA	CONCEITOS GERAIS	CONCEITOS DAS METAS ODS - 2030
TERRA	Cobertura Vegetal	-	ODS 15
		-	ODS 11; ODS 15
		ABNT NBR ISO 37122, 2017 (Título 19.1)	ODS 11; ODS 15
ÁGUA	Quantidade de água (UNDESA,2007)	-	ODS 6; ODS 11
ATMOSFERA (UNDESA,2007).	Alterações Climáticas (UNDESA,2007).	-	ODS 11; ODS 13
		ABNT NBR ISO 37122, 2017 (Título 8.3)	ODS 11; ODS 13

		Braga, 2006	ODS 11; ODS 13
	Qualidade do Ar (UNDESA,2007).	ABNT NBR ISO 37122, 2017 (Título 18.6)	ODS 11; ODS 13
		-	ODS 11; ODS 13
ENERGIA	Consumo Elétrico	Braga, 2006	ODS 7
		-	ODS 7; ODS 8; ODS 9
TEMA	CATEGORIA	CONCEITOS GERAIS	CONCEITOS DAS METAS ODS - 2030
GOVERNANÇA POLÍTICO- ADMINISTRATIVA <i>(Adaptado pela autora)</i>	Gestão pública	-	ODS 8
		-	ODS 8
		Braga, 2006	-
		Braga, 2006	ODS 11
GESTÃO URBANA DO MEIO AMBIENTE <i>(Adaptado pela autora)</i>	Gestão Ambiental Urbana	Braga, 2006	ODS 11
		Braga, 2006	ODS 11
		ABNT NBR ISO 37122, 2017 (Título 11.1)	ODS 11
GESTÃO DA COMUNICAÇÃO E ENGAJAMENTO CÍVICO <i>(Adaptado pela autora)</i>	Informação e participação política	Braga, 2006	-
		ABNT NBR ISO 37122, 2017 (Título 3)	ODS 9; ODS 11
		-	ODS 9; ODS 11
		-	ODS 9; ODS 11
TEMA	CATEGORIA	CONCEITOS GERAIS	CONCEITOS DAS METAS ODS - 2030
POBREZA (UNDESA, 2007)	Condições de Vida (UNDESA, 2007)	Braga, 2006	ODS 1; ODS 8; ODS 10
		-	ODS 1; ODS 2; ODS 10
	Habitação adequada	-	ODS 1; ODS 11
		-	ODS 1; ODS 11

		ABNT NBR ISO 37122, 2017 (Título 20.2)	ODS 1; ODS 11
		Braga, 2006	ODS 1; ODS 11
SERVIÇOS SANITÁRIOS (lei 14.026, 2020)	Esgotamento Sanitário	lei 14.026, 2020	ODS 6
		ABNT NBR ISO 37122, 2017 (Título 20.2)	ODS 6
	Abastecimento de Água Potável (UNDESA, 2007)	lei 14.026, 2020	ODS 6
		ABNT NBR ISO 37122, 2017 (Títulos 24.1 e 21.5)	ODS 6
		lei 14.026, 2020	ODS 6

Fonte: Elaborado pela autora.

Ademais, buscamos atender os seguintes critérios na escolha de novos indicadores:

- a) Índices atualizados;
- b) Fonte de pesquisas fidedignas;
- c) Disponibilidade e acessibilidade de dados público ou livre;
- d) Dados disponíveis em sites oficiais da internet.

Ainda foram considerados os conceitos de seleção de indicadores utilizados por Braga (2006), ao introduzir o Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana (SISU), que foram:

- a) relevância, isto é, capacidade da variável em traduzir o fenômeno;
- b) aderência local, isto é, a capacidade da variável (indicador) em captar fenômeno produzido ou passível de transformação no plano local;
- c) disponibilidade, cobertura e atualidade dos dados.

Na primeira revisão, alguns indicadores do SISU foram redirecionados e outros removidos para se compor uma nova base de indicadores que avalie a Sustentabilidade Urbana de maneira atual. Isto, no intuito de se obter as dimensões ambiental, social e político-institucional para finalmente se adaptar as mensurações.

A compreensão entre os conceitos, leis, critérios e indicadores nos trouxe uma nova abordagem para base de indicadores voltados aos aspectos da sustentabilidade metropolitana

de uma região Amazônica, sendo nomeado como: *Matriz de Indicadores Sustentável Urbana (MASU)*, conforme demonstrado no Quadro 5.

2.2.2.1.2 Fundamentação para Disposição dos Indicadores na MASU.

Para construção do sistema de indicadores, traduzimos as conceitualizações alocando os indicadores dentro do quadro da *Matriz de Indicadores Sustentáveis Urbano (MASU)*, de acordo com seu grupo de dimensão e temas, esta nova composição ainda se encontra estabelecido na execução do segundo objetivo específico.

A fim de obter maior amplitude de diagnóstico aos resultados das Dimensões alocadas na MASU, foram inseridos no mínimo 2 (dois) indicadores para cada categoria, exceto na categoria de Quantidade de água, a qual será esclarecido posteriormente.

Buscando analisar os indicadores através das temáticas inseridas pela CSD, no contexto da sustentabilidade no ambiente urbano. O enquadramento dos indicadores na MASU, foram conciliadas primeiramente pelas temáticas, e em seguida pelas categorias, que foram esboçadas como segue:

Na temática da Água, alocamos 2 (duas) Dimensões devido a sua complexidade e expansão da análise de seus indicadores. Pois as questões sobre o acesso a água potável e saneamento básico, estão relacionados ao risco de poluentes e a frequência de doenças associadas, pois a acessibilidade a fontes de água com qualidade é fundamental para se considerar indicadores relacionados a pobreza, nutrição, mortalidade, entre outros. Além da questão Ambiental, que ao levar à eutrofização dos corpos d'água, acidificação do solo e potencial contaminação do abastecimento de água, além de afetar as metrópoles, o meio rural pode sofrer impactos negativos aos seus recursos (UNDESA, 2007).

Enquanto a NBR ISO 37.120 (2017), designa os indicadores da temática sobre Água e Saneamento, indicando que o abastecimento de água potável é um serviço que interage através de um conduto ou rede de distribuição que venha fornecer uso contínuo. Ou seja, através de uma infraestrutura sanitária existente

Para Braga (2006), a água é um aspecto importante em relação à prevenção da degradação ambiental, pois uma alta qualidade dos recursos hídricos indica sucesso na prevenção da degradação deste recurso natural básico. E o comprometimento dos recursos hídricos fragiliza os sistemas naturais e compromete as condições de vida da população local.

Assim, a temática da Água foi associada, neste estudo, em 2 (duas) dimensões como segue: A Dimensão Ambiental, através da categoria de Quantidade de água, com medições

através de 1 (um) indicador: Média Anual da Precipitação acumulada (mm/ano). E na Dimensão social, vinculada a categoria Qualidade da água, sob o Tema de Serviços Sanitários com a Categoria Abastecimento de Água Potável, sendo mensurados através de 3 (três) indicadores: Rede de distribuição com Estação/Unidade de Tratamento de água e Índice de atendimento urbano de água e o Consumo médio per capita de água.

O tema Atmosfera, sugerida pela CSD, também foi incluída com as categorias: Alteração climática e Qualidade do Ar. Na primeira categoria, foram incluídos os seguintes indicadores para análise: Média Anual da Temperatura do Ar ($^{\circ}\text{C}$); Emissão Geral de Gases do Efeito Estufa [toneladas (t) de CO_2e (GWP-AR5)] *per capita*. Enquanto a segunda categoria, foi incluído o indicador sobre: Remoção Geral de Gases do Efeito Estufa [tCO_2e (GWP-AR5)] *per capita* e Média da Concentração de partículas finas ($\text{PM}_{2.5}$) em suspensão em ($\mu\text{g}/\text{m}^3$); enquanto o Número de veículos *per capita*, foi selecionado anteriormente como indicador de Pressão automotiva, por Braga (2006).

A inclusão dos temas supracitados, tem por finalidade de obtenção da medida da Análise da Precipitação, da temperatura do ar associada a Ilha de Calor Urbano nos municípios. Pois, as alterações dos elementos meteorológicos em relação às atividades humanas (antrópicas) devem ser abordadas.

Em relação aos Indicadores de Pressão por consumo doméstico; Habitação adequada; Pressão intra-domiciliar e seus Índices, que estavam originalmente alocados na Dimensão Ambiental por Braga (2006), foram redirecionados para a Dimensão Social, pois de acordo com a UN (2007), estão associados a temática da Pobreza, que é ligada a questão social. No entanto, nem todas as variáveis (indicadores) selecionados foram aproveitadas por questões de escassez de dados, dos sites de coleta indicados pela própria Braga (2006).

Com isto, o indicador de intensidade no uso energético domiciliar (kwh/hab.) foi ajustado na Dimensão ambiental inserido ao tema Energia e Categoria de Consumo Energético. Enquanto o indicador: O inverso da taxa de habitações subnormais (%), foi alocado na Dimensão Social sob o tema Pobreza e Categoria Habitação adequada.

A Dimensão Político-Institucional, foi incluído no estudo e na construção da Matriz de sustentabilidade, devido a questão normativa e de legitimação envolvidas em sua dinâmica de existência municipal.

De acordo com Martins e Cândido (2013), a representação da cidade pode ser expressa mediante a gestão dos recursos públicos, e pela equidade evidenciada na disposição de democratizar o acesso aos serviços urbanos, demonstrando a capacidade das políticas urbanas adaptarem a oferta de serviços urbanos a quantidade e a qualidade das demandas pela sociedade.

Assim, a referência sobre a prestação de Serviços públicos a sociedade, foram inseridas a MASU, através de indicadores que pudessem abranger as demandas e necessidades dentro do âmbito municipal, como: o Desenvolve programa ou ação de inclusão digital, Disposição de formas de atendimento à distância (%), Disposição de Serviços públicos disponibilizados na página da internet do município (%) e a Participação político eleitoral (%), este último foi selecionado originalmente por Braga (2006), para compor o SISU.

Em geral, a Disposição de informação pública via internet ou rede social a Categoria Informação e participação política, pode dar maior abrangência na mensuração da opinião pública informada, que é pré-requisito para o engajamento cívico e político local. Onde o acesso a Serviços e Informações Públicas via internet, atualmente gerando um novo meio de comunicação entre governo local e a população. Pois o índice: Peso da imprensa escrita e falada local na imprensa estadual, incluso ao SISU por Braga (2006), seria uma análise quantitativa de Jornal impresso e os Telejornais *in loco*. Porém, devido ao avanço tecnológico e as questões pandêmicas atuais, a internet tem se consolidado como um espaço de acesso à informação importante para a sociedade.

Com o avanço tecnológico e por causa da pandemia, a internet tem se consolidado como um espaço de acesso à informação e comunicação muito importante para a sociedade e mudou o jeito que utilizávamos esta ferramenta. Castells (2003), cita que a internet se constituiu como um espaço democrático aberto à pluralidade e ao amplo acesso, ainda que tenham questões da desigualdade refletidas na rede, que acabam se tornando um espaço efetivo para o trabalho da comunicação pública.

Ademais, a Dimensão Político-Institucional, foram ajustadas as temáticas como segue: Governança político-administrativa com a categoria Gestão Pública; Gestão urbana ambiental com a categoria Ambiental e Gestão da comunicação e engajamento cívico com a categoria Informação e participação política.

Nas alterações realizadas para a Dimensão Social, foram consideradas as diretrizes desenvolvidas pela Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD) das Nações Unidas (UNDESA, 2007) e pela Agenda 30, que percebem a erradicação da Pobreza como condição essencial para sobrevivência humana de forma digna e saudável. Pois ao adquirirmos a percepção, que o antropoceno interage de maneira interdimensional, compreendemos que concebem uma conexão direta ou indireta com as questões político-institucional e ambiental, de maneira involuntária e contingencial.

Entretanto, na Dimensão Social do SISU elaborada por Braga (2006), tem apenas as informações obtidas por 1 (um) indicador que é o Índice de Desenvolvimento Humano

Municipal (IDHM), onde coleta-se os índices para cada município estudado. No entanto, o IDHM é um índice sintético, calculado por método indireto a partir dos dados do Censo Demográfico do IBGE, e composto por 3 (três) indicadores: o IDHM Longevidade, o IDHM Educação e o IDHM Renda (PNUD, 2021).

Contudo, como supracitado, o Censo do IBGE teve sua última atualização em 2010, não refletindo assim as formas realísticas para análise de seus indicadores definidos para mensuração da sustentabilidade urbana do SISU por Braga (2006). No entanto, o indicador IDHM, não foi retirado mesmo tendo a sua coleta de 2010, devido a importância deste índice para composição das condições de vida social.

Ainda na Dimensão Social, agregamos 2 (duas) temáticas. O primeiro Tema é a Pobreza, com a categoria Condições de Vida contendo os seguintes indicadores: internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (%); além do IDHM de 2010, selecionada por Braga (2006) para o SISU.

E a categoria Habitação adequada com os seguintes indicadores: Estimativa do Número de Domicílios Ocupados em áreas classificadas como aglomerados subnormais; Estimativa do Número de Domicílios Ocupados; Percentual da estimativa do Número de Domicílios Ocupados em aglomerados subnormais sobre o total de domicílios (%) e O inverso da taxa de habitações subnormais (%) que foi escolhido por Braga (2006) para composição do SISU.

Enquanto o segundo tema, foram os Serviços Sanitários, com 2 (duas) categorias: A primeira categoria é o Esgotamento Sanitário com os seguintes indicadores: Atendimento de Esgoto Com Coleta e Sem Tratamento (%) e Atendimento de Esgoto Sem Coleta e Sem Tratamento (%). Enquanto a segunda categoria é relacionada ao Abastecimento de Água Potável, com os seguintes indicadores: Rede de distribuição com Estação/Unidade de Tratamento de água, Consumo médio de água *per capita* e Índice de atendimento urbano de água.

Diante ao exposto, o Quadro 5 demonstra a Matriz de Indicadores Sustentável Urbana (MASU), elaborada contendo 3 (três) dimensões, 9 (nove) Temas, 12 (doze) Categorias e 33 (trinta e três) Indicadores, escolhidos para se coletar em fontes de informações (dados) atuais de diferentes sites institucionais, que tivessem reconhecimento no âmbito de estudos científico-acadêmico, aos quais podemos citar: INPE, FAPESPA, IBGE, ANA, TSE, entre outros.

Quadro 5 - Matriz de Indicadores Sustentável Urbana (MASU)

DIMENSÃO AMBIENTAL					
TEMA	CATEGORIA	SIGLA	INDICADOR	FONTE DE DADOS	PERÍODO DE DADOS
TERRA	Cobertura Vegetal	DA01	Floresta Municipal (%)	INPE (SISAM)	2020
		DA02	Desflorestamento (%)	INPE (SISAM)	2020
		DA03	Área verde por habitante (m ² /hab)	INPE	2020
ÁGUA	Quantidade de água (UNDESA,2007)	DA04	Média anual da Precipitação acumulada (mm/ano)	INPE (SISAM)	2019
ATMOSFERA (UN,2007).	Alterações Climáticas (UNDESA,2007).	DA05	Média Anual da Temperatura do Ar (°C)	INPE (SISAM)	2019
		DA06	Emissão Geral de Gases do Efeito Estufa [toneladas (t) de CO ₂ e (GWP-AR5)] <i>per capita</i>	SEEG	2018
	Qualidade do Ar (UNDESA,2007).	DA07	Frota de veículos <i>per capita</i>	DENATRAN / IBGE	2020
		DA08	Média da Concentração de partículas finas (PM _{2.5}) em suspensão em (µg/m ³)	INPE (SISAM)	2018
		DA09	Remoção Geral de Gases do Efeito Estufa [tCO ₂ e (GWP-AR5)] <i>per capita</i>	SEEG	2018
ENERGIA	Consumo Elétrico	DA10	A intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.)	FAPESPA/ IBGE	2019
		DA11	Índice de Intensidade Energética - Industrial [kWH /(x 1000) R\$]	FAPESPA / IBGE	2018
DIMENSÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL					
TEMA	CATEGORIA	SIGLA	INDICADOR	FONTE DE DADOS	PERÍODO DE DADOS
GOVERNANÇA POLÍTICO-ADMINISTRATIVA	Gestão pública	DPI01	Autonomia	FIRJAN	2018 /2017
		DPI02	Gastos com Pessoal	FIRJAN	2018 /2017
		DPI03	Grau de informatização da máquina pública local	IBGE_MUNIC	2019

		DPI04	Existência de Conselho Municipal da cidade e/ou de Desenvolvimento Urbano	IBGE	2017
GESTÃO URBANA DO MEIO AMBIENTE	Gestão Ambiental Urbana	DPI05	Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente	IBGE	2017
		DPI06	Unidades de conservação municipal (und.)	MMA	2019
		DPI07	Presença de entidades ambientalistas registradas no Cadastro Nacional de Entidades Ambientalistas (CNEA)	MMA	2019
		DPI08	Participação político eleitoral (%)	TSE	2018
GESTÃO DA COMUNICAÇÃO E ENGAJAMENTO CÍVICO	Informação e participação política	DPI09	Desenvolve programa ou ação de inclusão digital.	IBGE_MUNIC	2019
		DPI10	Porcentagem de serviços urbanos solicitados <i>on line</i> (%).	IBGE_MUNIC	2019
		DPI11	Serviços públicos disponibilizados na página da internet do município (%).	IBGE_MUNIC	2019
		DIMENSÃO SOCIAL			
TEMA	CATEGORIA	SIGLA	INDICADOR	FONTE DE DADOS	PERÍODO DE DADOS
POBREZA (UNDESA, 2007)	Condições de Vida (UNDESA, 2007)	DS01	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	IBGE (@Cidades)	2010
		DS02	internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (%)	Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. (DATASUS)	2017
	Habitação adequada	DS03	Estimativa do Número de Domicílios Ocupados em áreas classificadas como aglomerados subnormais	IBGE_AGSN (Estimativa)	2019
		DS04	Estimativa do Número de Domicílios Ocupados	IBGE_AGSN (Estimativa)	2019

		DS05	Percentual da estimativa do Número de Domicílios Ocupados em aglomerados subnormais sobre o total de domicílios (%)	IBGE_AGSN (Estimativa)	2019
		DS06	O inverso da taxa de habitações subnormais (%)	IBGE_AGSN	2019
SERVIÇOS SANITÁRIOS (lei 14.026, 2020)	Esgotamento Sanitário	DS07	Atendimento de Esgoto Com Coleta e Sem Tratamento (%)	ANA	2013
		DS08	Atendimento de Esgoto Sem Coleta e Sem Tratamento (%)	ANA	2013
	Abastecimento de Água Potável (UNDESA, 2007)	DS09	Rede de distribuição com Estação/Unidade de Tratamento de água	IBGE	2017
		DS10	Consumo médio de água per capita	SNIS	2018 / 2019
		DS11	Índice de atendimento urbano de água	SNIS	2018/2019

Fonte: Elaborado pela autora.

Após seleção dos indicadores e a elaboração da MASU, seguimos para a validação do modelo proposto para sustentabilidade urbana em busca de resultados voltados para os municípios. E para dar operacionalização, foram geradas cálculos e representações gráficas, a fim de que obtenhamos análises de forma detalhada de cada aspecto das temáticas nas dimensões. Abrangendo assim, o terceiro item dos objetivos específicos, neste estudo.

Os Resultados por categorias de cada município, se dará através da soma dos pesos conquistados pelo grupo de indicadores formador da categoria. Assim, quanto mais indicadores obtiverem o peso 5, maiores serão os pontos obtidos pela somatória e melhor a sustentabilidade será alcançada pelo município.

Dessa forma, foi realizada um levantamento dos mais importantes índices que conseguissem evidenciar a realidade dos municípios. O levantamento destes índices foi realizado por meio de sites institucionais pertinentes a cada índice, a serem considerados a partir das dimensões municipais sociais, políticos-institucionais e ambientais.

2.2.3 Métodos

2.2.3.1 Padronização de Dados.

A transformação dos índices em forma qualitativa, busca análise de informações que não são apenas para se medir uma proposição, mas em representá-lo. Esta opção se deu pela implementação do Método Escalar de Likert.

A Escala de Likert consiste na classificação da atribuição de cada afirmação com um valor numérico variando de 1 a 5 (ou de -2 a +2), dependendo da amostra de dados. Cada afirmação tem uma final pontuação atribuída ao somatório dos pontos obtidos nas alternativas, ou seja, os respondentes são solicitados a informar o grau de concordância / discordância, onde é atribuído a cada célula de resposta um número que indica a direção da atitude de cada declaração. A pontuação total da atitude de cada respondente é dada pelo somatório das pontuações obtidas para cada afirmação (ANTONIALLI et al., 2017).

Este método é conhecido por ser uma escala somativa, é um modelo utilizado para mensurar atitudes, preferências e perspectivas. Foi desenvolvida por Rensis Likert em 1932. Onde se combinou as respostas da série de perguntas para criar uma medição de atitude régua. Sua análise de dados baseou-se no índice composto da soma das questões-série que representa a escala de atitudes dos respondentes. Portanto, o procedimento proposto por Likert não analisa as questões ou itens individuais, mas sim a somatória deles (FEIJÓ et al., 2020; ANTONIALLI et al., 2017).

A escala é do tipo ordinal, que são aquelas que os números representam uma ordem (hierarquia) crescente ou decrescente que indica a posição, estabelecendo comparações, mas não a magnitude das diferenças (ANTONIALLI et al., 2017). Já as escalas do tipo intervalar são aquelas que dizem a posição e medem o quanto estão distantes entre si em relação à determinada característica (FEIJÓ et al., 2020).

O critério interpretação da Escala de Likert foi: a Afirmação (pergunta) será entendido como o indicador e os respondentes (entrevistados) serão os índices coletados para cada indicador. Assim, quantifica-se os Níveis de Sustentabilidade que sendo qualitativos, onde cada nível é atribuído um número chamado de *Peso* entre 1 a 5, que assim o represente (Figura 3).

2.2.3.2 Parâmetros para análise de dados

Apresentado no Quadro 6 a *Parametrização* vinculada ao *Tipo de Relação*, para análise de cada indicador, se traduz os indicadores que se apresentem como positiva (quanto maior melhor e/ou quanto menor pior) e negativa (quanto menor melhor e/ou quanto maior pior), de acordo com o contexto de suas relações, para de obter sustentabilidade (MARTINS; CÂNDIDO, 2008).

Quadro 6 – Parâmetro de Análise e Tipos de Relação por Indicador.

DIMENSÃO AMBIENTAL			
SIGLA do INDICADOR	INDICADOR	PARÂMETRO PARA ANÁLISE DE INDICADORES	TIPOS DE RELAÇÃO COM O PARÂMETRO
DA01	Floresta Municipal (%)	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DA02	Desflorestamento (%)	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DA03	Área verde por habitante (m ² /hab)	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DA04	Média anual da Precipitação acumulada (mm/ano)	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DA05	Média Anual da Temperatura do Ar (°C)	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DA06	Emissão Geral de Gases do Efeito Estufa [toneladas (t) de CO ₂ e (GWP-AR5)] <i>per capita</i>	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DA07	Frota de veículos <i>per capita</i>	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DA08	Média da Concentração de partículas finas (PM _{2,5}) em suspensão em (µg/m ³)	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DA09	Remoção Geral de Gases do Efeito Estufa [tCO ₂ e (GWP-AR5)] <i>per capita</i>	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DA10	A intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.)	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DA11	Índice de Intensidade Energética - Industrial [kWh / (x 1000) R\$]	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DIMENSÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL			
SIGLA do INDICADOR	INDICADOR	PARÂMETRO PARA ANÁLISE DE DADOS	TIPOS DE RELAÇÃO COM O PARÂMETRO
DPI01	Autonomia	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DPI02	Gastos com Pessoal	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DPI03	Grau de informatização da máquina pública local	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DPI04	Existência de Conselho Municipal da cidade e/ou de Desenvolvimento Urbano	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DPI05	Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente	Quanto maior, melhor.	POSITIVO

DPI06	Unidades de conservação municipal (und.)	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DPI07	Presença de entidades ambientalistas registradas no Cadastro Nacional de Entidades Ambientalistas (CNEA)	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DPI08	Participação político eleitoral (%)	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DPI09	Desenvolve programa ou ação de inclusão digital.	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DPI10	Porcentagem de serviços urbanos solicitados <i>on line</i> (%).	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DPI11	Serviços públicos disponibilizados na página da internet do município (%).	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DIMENSÃO SOCIAL			
SIGLA do INDICADOR	INDICADOR	PARÂMETRO PARA ANÁLISE DE DADOS	TIPOS DE RELAÇÃO COM O PARÂMETRO
DS01	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DS02	internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (%)	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DS03	Estimativa do Número de Domicílios Ocupados em áreas classificadas como aglomerados subnormais	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DS04	Estimativa do Número de Domicílios Ocupados	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DS05	Percentual da estimativa do Número de Domicílios Ocupados em aglomerados subnormais sobre o total de domicílios (%)	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DS06	O inverso da taxa de habitações subnormais (%)	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DS07	Atendimento de Esgoto Com Coleta e Sem Tratamento (%)	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DS08	Atendimento de Esgoto Sem Coleta e Sem Tratamento (%)	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DS09	Rede de distribuição com Estação/Unidade de Tratamento de água	Quanto maior, melhor.	POSITIVO
DS10	Consumo médio de água <i>per capita</i>	Quanto menor, melhor.	NEGATIVO
DS11	Índice de atendimento urbano de água	Quanto maior, melhor.	POSITIVO

Fonte: Elaborado pela autora.

Na parametrização, foi agregado o *Tipo de Relação* com os parâmetros de cada indicador, sendo este caracterizado como positivo ou negativo, ajustado de acordo com a conformidade para se alcançar um desenvolvimento sustentável urbano.

2.2.3.3 Escala de Distribuição de Dados

A *Escala de Distribuição de Dados*, foi elaborada com adaptações para que adequasse a padronização qualitativa, para se analisar os indicadores, que compõem a *Matriz de Indicadores Sustentável Urbano (MASU)*.

Para a elaboração da *Escala de Distribuição de Dados*, foram empregados os cálculos estatísticos para se identificar o Índice Máximo, Índice Mínimo, Amplitude Total e a Amplitude Intervalar dos indicadores, como demonstrado no Quadro 7, na finalidade de subsidiar a construção das classes.

Quadro 7 - Fórmulas para os Cálculos Estatístico Básico.

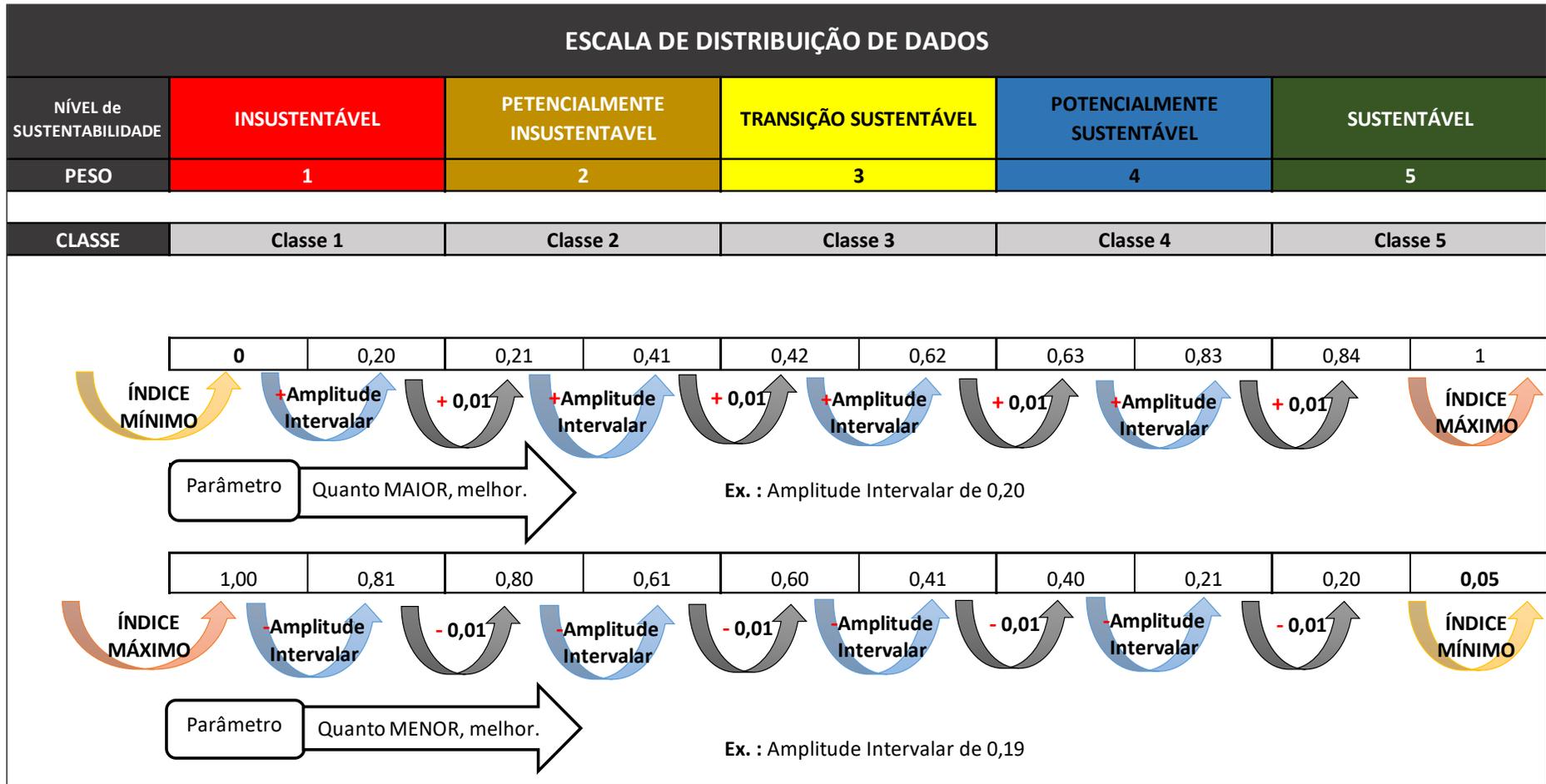
a.	Localizar no rol de dados o indicador com o ÍNDICE MÍNIMO
b.	Localizar no rol de dados o indicador com o ÍNDICE MÁXIMO
c.	Amplitude Total = Índice Máximo – Índice Mínimo
d.	Amplitude Intervalar = Amplitude Total / Quantidade de Grupo de Classe

Fonte: Adaptado de (Azevedo, 2016).¹

Na unificação de conceitos, entre as relações dos indicadores, pesos e a alocação dos níveis de sustentabilidade, foi construído uma tabela que pudesse contemplar a distribuição de todos estas operacionalizações, dando sentido ao processo de padronização de dados. Com a distribuição de classes *adaptada* a necessidade desta padronização, que abrange a amostra (ou o Rol) estudada. Para tal, esta tabela adaptada, foi denominada como: *Escala Distribuição de Dados*, possuindo 3 (três) camadas separadas como: Nível de Sustentabilidade, Peso e Classe, como representada na Figura 3.

¹ Cálculos no Apêndice A.

Figura 3- Representação Esquemática da elaboração da Escala de Distribuição de Dados.



Fonte: Elaborado pela autora.²

² Cálculos no Apêndice B.

O quadro 8, demonstrada os cálculos envolvidos na esquematização para construção Escala de Distribuição de Dados, a partir da soma ou subtração da Amplitude Intervalar, por ser retratar pela quantidade de níveis sugeridos de sustentabilidade (cálculos apresentados no Apêndice).

Quadro 8 - Fórmula dos cálculos entre classes.

TIPO DE RELAÇÃO POR PARÂMETRO	
POSITIVO	NEGATIVA
Valor da Classe = Índice Mínimo + Amplitude Intervalar + 0,01	Valor da Classe = Índice Máximo - Amplitude Intervalar - 0,01

Fonte: Elaborado pela autora.

Neste sentido, esclarecemos que para não ocorrer duplicidades de valores dentro das classes e durante a transição entre classes, foi atribuído 0,01 (um centésimo) em uma soma ou subtração, dependendo da análise do parâmetro e do tipo de relação analisada por indicador. Ou seja, os valores das classes podem variar entre o índice maior para o índice menor, ou vice-versa, sem a inclusão de números idênticos, isto em acordo com o Parâmetro fornecido e analisado para cada indicador, como supracitado.

O Nível de sustentabilidade (Figura 3), é uma ordem de medida nominal, ou seja, uma sequência qualitativa que representam a informação que identifica alguma qualidade, categoria ou característica, não susceptível de medida, mas de classificação, assumindo várias modalidades (MORAES et al., 2002).

Em relação ao *Nível de Sustentabilidade*, estes foram desmembrados em 5 (cinco) níveis, distribuídos um número ordinal (pesos) para cada nível. Nesta fase de construção, estes pesos foram relacionados diretamente as Classes, e a sustentabilidade Municipal correspondente.

Para a mensuração do Nível de Sustentabilidade foi atribuído um Peso por nível, onde cada peso foi identificado com um numeral sequencial entre 1 e 5, sendo a pior posição de nível sustentável com o menor número e a melhor posição com o maior número.

É importante ressaltar que os resultados apresentados dentro dessa Escala de Distribuição de Dados, são medidas relativas para o nível de sustentabilidade avaliado. Ou seja, eles medem o desempenho relativo sustentável, de cada município em relação ao valor superior e inferior da distribuição de frequência, isto dentro do conjunto de amostras de dados coletados por municípios.

Por conseguinte, o resultado da análise do nível de sustentabilidade urbana que se encontra cada município, nesse estudo, dependerá diretamente dos pesos recebidos para cada indicadores, de acordo com a sua parametrização, tipo de relação e localização dentro do quadro da Escala de

Distribuição de dados. Os indicadores podem ser analisados individualmente ou por categorias, através da soma dos pesos adquiridos pelo grupo de indicadores.

As análises para obtenção de resultados seguirão em dois modelos, o primeiro pelo somatório de dos valores dos pesos adquiridos pelos indicadores por categorias. Enquanto o segundo, se dará através do somatório por *Frequência Absoluta*, que é considerada a soma de vezes que o valor (peso) aparece na série de dados, e será representado espacialmente.

Sobretudo, a análise dos indicadores realizada por média, sendo mensurado acima da média, então é considerada como favoráveis (ou positiva), indicando que a contribuição é de forma representativa para o Desenvolvimento Sustentável. Enquanto a análise de indicadores sendo mensurados abaixo da média, é considerado como desfavoráveis, e indicam que a contribuição é Não-representativa (ou negativa) para o Desenvolvimento Sustentável da região analisada.

É importante ressaltar que, caso o município apresentar a pontuação do Peso igual a 5 (cinco) em relação aos outros municípios, não significa que este município possui o nível máximo de sustentabilidade urbana obtida. Isto representa apenas, que o município diante do conjunto de amostras coletados, é o que se encontra em melhor situação em relação ao parâmetro comparativo. Mais ainda pode aprimorar o seu desempenho, dentro da escala através do tempo.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Análise das Categorias e dos indicadores da Dimensão Ambiental.

Realizada análise dos índices que compõe cada dimensão. Com o objetivo de identificar como cada parâmetro contribuiu individualmente para o resultado observado em cada município, e se são suficientes para um mapeamento realista do cenário de sustentabilidade da região metropolitana de Belém.

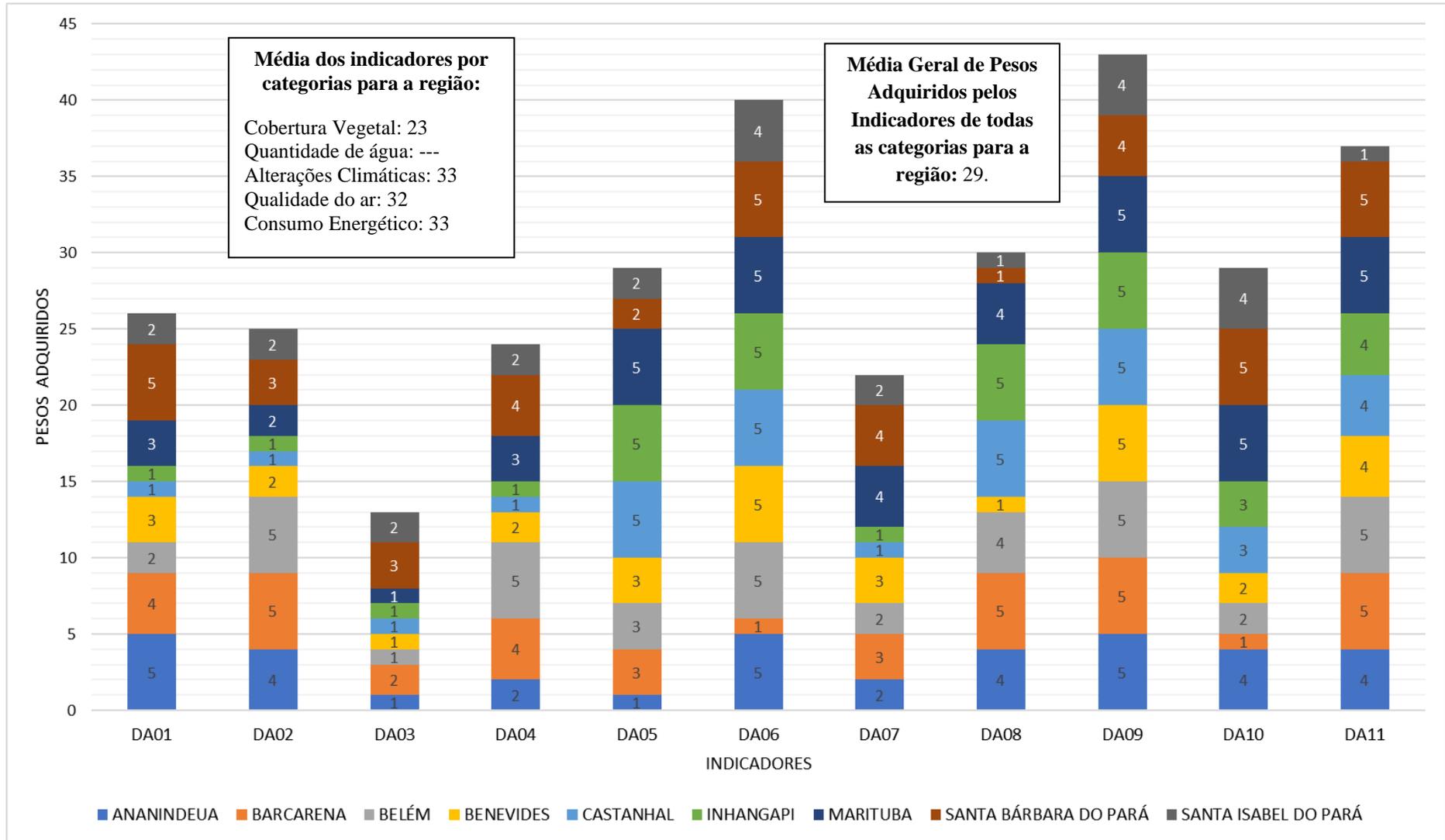
Na distribuição dos indicadores ambientais por peso (Gráfico 1), nota-se que para a região metropolitana de Belém, apenas os indicadores “DA06”, “DA08”, “DA09”, “DA11” estão iguais ou superiores à média de todos os pesos. Ou seja, entre onze indicadores ambientais apenas quatro apresentam relevância em toda a região. Condição que aponta para um resultado modulado por apenas estes indicadores, também deixa explícito a falta de informação suficiente para uma melhor análise da área de estudo, uma vez que a maior parte dos indicadores não apresente dados suficientes para serem levados em consideração, dentro dos critérios estabelecidos nesta pesquisa.

Partindo deste resultado, analisaremos as cinco categorias que compõem a Dimensão Ambiental para identificar como estes quatro indicadores influenciam na resposta a

sustentabilidade de cada município observado para a Dimensão Ambiental. As cinco categorias são: 1 – Cobertura Vegetal; 2 – Quantidade de Água; 3 – Alterações Climáticas; 4 – Qualidade do Ar e 5 – Consumo Energético.

O Gráfico 1 mostra a representação dos pesos obtidos por cada indicador, operacionalizado no apêndice C, para a Dimensão Ambiental.

Gráfico 1- Indicadores em relação aos municípios para a Dimensão Ambiental.



Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira categoria, **Cobertura Vegetal**, é expressa pelos indicadores DA01, DA02 e DA03. A construção destes indicadores considera o percentual de área florestal, o percentual de desmatamento e o tamanho da área verde por habitante. Neste sentido, a capital Belém passa a ter vantagem em relação a quantidade de informação disponível relação aos demais municípios da Mesorregião, pois concentra em seu território diversos órgãos das esferas municipal, estadual e federal, que por consequência leva a uma gama de informações disponíveis que não existem ou não são facilmente encontradas nas demais localidades.

Fora da capital, o que existe disponível, são informações gerais do estado que indicam que ações de desmatamento e mal uso da cobertura da terra e consonância com a elevada Densidade Demográfica aumenta a demanda por mais espaço e recursos naturais levando a escassez (RIBEIRO et al., 2019).

Na categoria de **Quantidade água**, o único indicador associado é o DA04 que considera a Média Anual da Precipitação Acumulada, a ausência de outras fontes de informação, como água potável disponível, rios, lagos, acesso ao recurso por parte da população etc. Torna este índice pouco satisfatório, pois em termos pluviométricos a RMB está inserida dentro de uma zona homogênea de precipitação (MORAES et al., 2002), logo esta informação isolada tende a sofrer pouco ou nenhuma variação para efeitos de comparação.

Se os demais fatores citados fossem levados em consideração no indicador DA04, poderíamos destacar as populações tradicionais cuja renda está vinculada às águas dos rios, relacionando tradições culturais e em consequência, relações econômicas (TOZI et al., 2018). Como também os níveis impróprios da água para o consumo, falta de investimentos para manutenção da infraestrutura do setor, a impermeabilização do solo, diminuição da cobertura vegetal e do aterramento das áreas mais baixas. Todo este processo de alteração da cobertura da terra, diminui a infiltração e a evapotranspiração, aumentando o escoamento superficial tendo como consequência as inundações na região próximas à bacia, que afetam a vida dos moradores da área (MARINHO et al., 2016).

A categoria **Alterações Climáticas e Qualidade do Ar** são as que apresentam os maiores número de indicadores (DA04, DA05, DA06, DA07, DA08 e DA09), no qual a construção dos mesmos é por meio das variáveis para a Temática **Atmosfera**: Média da Precipitação anual, média da temperatura do ar anual, Emissão GEE, Frota de Veículos, Concentração de Partículas e Remoção de GEE (variável ligada à concentração dos indicadores DA01, DA02 e DA03). Ainda, foi nesta categoria que foram encontrados o maior número de indicadores para todos os municípios, principalmente para aqueles mais industrializados e com atividade comercial mais intensa (Belém, Ananindeua, Marituba, Castanhal) (Gráfico 1).

Como indicado, Gráfico 1, dentre os indicadores destas categorias, que mais influenciaram em termos de peso para a análise, foi o DA09 – Remoção Geral de Gases do Efeito Estufa [tCO_2e (GWP-AR5)] *per capita*, seguido do DA06 Emissão Geral de Gases do Efeito Estufa [toneladas (t) de CO_2e (GWP-AR5)] *per capita* e DA08 Média da Concentração de partículas finas ($PM_{2.5}$) em suspensão em ($\mu g/m^3$). Este resultado indica que as fontes de emissão e sequestro de carbono dentro da Mesorregião Metropolitana de Belém são conhecidas e mensuradas de forma mais consistente que os demais indicadores da categoria Alterações Climáticas.

Como fontes/emissores de carbono têm-se a concentração de veículos em conjunto com as atividades comercial e industrial. Segundo Nobre et al. (2010) e Marengo (2006), o crescimento urbano é um fator agravante para a elevação das emissões de GEE e para o aquecimento global, em função dos modelos de vida associados nas cidades à construção de ruas e edificações, à remoção da cobertura vegetal, à impermeabilização do solo, ao maior consumo de energia, e ao uso intensivo de diferentes modalidades de transporte.

Nesta perspectiva a capital Belém, em conjunto com município de Ananindeua apresentam a maior densidade de ocupação de região metropolitana, com o acelerado processo de mudança do uso e cobertura do solo, a partir do ano de 2000, a Mesorregião, principalmente nos municípios de Marituba, Benevides, Santa Isabel e Castanhal experimentaram um rápido crescimento (IBGE, 2010).

Como resultado, observou-se um incremento na emissão de poluentes e GEE. A capital Belém é a cidade que tradicionalmente concentra empregos e serviços, atuando como um polo de atração econômica, resultando na elevação da concentração populacional tanto no município polo quanto nos demais integrantes da Mesorregião. A oferta de serviços de saúde, educação e a economia baseada na prestação de serviços são os principais diferenciais de Belém em relação aos demais municípios, estudados (LIMA; MOYSÉS, 2009).

Uma das consequências deste aumento de poluição, conforme BARCELLOS et al. (2019), os impactos e efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde humana afetam diferentemente os grupos etários, sendo mais suscetíveis à poluição as crianças e idosos, ou aqueles com doenças crônicas, que são agravadas pela poluição, principalmente por gases tóxicos e pelo material particulado fino. As crianças são mais suscetíveis à poluição, por possuírem um sistema imunológico ainda em desenvolvimento e o aparelho respiratório em formação. Além disso, crianças passam mais tempo ao ar livre que os adultos e inalam mais poluentes. Durante exercício físico, aumenta 5 vezes a deposição de partículas no pulmão.

Em relação ao sequestro/sumidouro de carbono, que são formados por áreas verdes. Conforme o art. 8º, § 1º, da Resolução Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA nº 369

(CONAMA, 2006), considera-se área verde de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização. As áreas verdes urbanas além de atender os parâmetros ecossistêmicos e paisagísticos das cidades, funcionam também como mantenedor do equilíbrio da temperatura e da umidade do ar, ademais, essas áreas também assumem papel de lazer e recreação da população, a falta desses espaços interfere na qualidade de vida da população (LIMA; AMORIM, 2006; SENIS et al., 2015).

Para melhor compreensão da importância de áreas verdes nos processos ecossistêmicos Fearnside e Guimarães (1996), a avaliação os estoques de carbono de porções fragmentadas de floresta em paisagens tropicais alterados por atividades antrópicas. Seus resultados indicam que uma floresta secundária com 10 anos de idade pode assimilar cerca de 6 a 10 t C ha⁻¹ ano⁻¹, reduzindo para aproximadamente 4,0 a 7,0 t C ha⁻¹ ano⁻¹ a 20 anos; aos 80 anos, esse valor cai para 2,0 t C ha⁻¹ ano⁻¹, atingindo seu equilíbrio em 100 anos, com taxa de assimilação de 0,97 t C.ha⁻¹.ano⁻¹. Estes resultados demonstram que cada hectare de vegetação em espaços urbanos é fundamental para os processos de ciclagem das emissões emitidas nos seus processos industriais.

Na categoria de **Consumo Energético**, apresenta somente dois indicadores, sendo DA10. (intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.)) e DA11 (Índice de Intensidade Energética - Industrial [kWh/(x 1000) R\$]), estes basicamente indicam o uso de energia elétrica por domicílio e pela indústria.

Segundo Oliveira, Rocha e Givisiez (2019), o consumo domiciliar a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em seu Plano Decenal de Expansão de Energia (EPE, 2017), estima que o consumo de energia elétrica residencial do Brasil crescerá 1,8% ao ano no período entre 2016 e 2026 como “resultado conjunto do aumento da renda média das famílias, do número de novos domicílios, das políticas de eficiência energética e da expansão da malha de distribuição de combustíveis” (EPE, 2017). De acordo com Givisiez e Oliveira (2018) citam que a realização a projeção de domicílios para o Ministério das Cidades no qual preveem que no intervalo de tempo 2010-2040 seja acrescentado aproximadamente 29 milhões de domicílios para acomodar a dinâmica de do desenvolvimento populacional. A projeção do consumo de energia elétrica, em períodos de cinco em cinco anos, entre 2010 e 2040, indica que o consumo de energia elétrica que no ano de 2010 era em média de 16.798,67 Gw seja elevado para uma média de 32.595,17 Gw de energia elétrica. Ou seja, a demanda domiciliar por energia será dobrada nos próximos 30 anos.

Para o setor industrial as projeções seguem a mesma tendência observada no setor domiciliar (THOMAZ, 2017; ARAÚJO, 2014). Resultados que indicam que o entendimento dos níveis de sustentabilidade voltados ao setor elétrico são fundamentais para o planejamento de

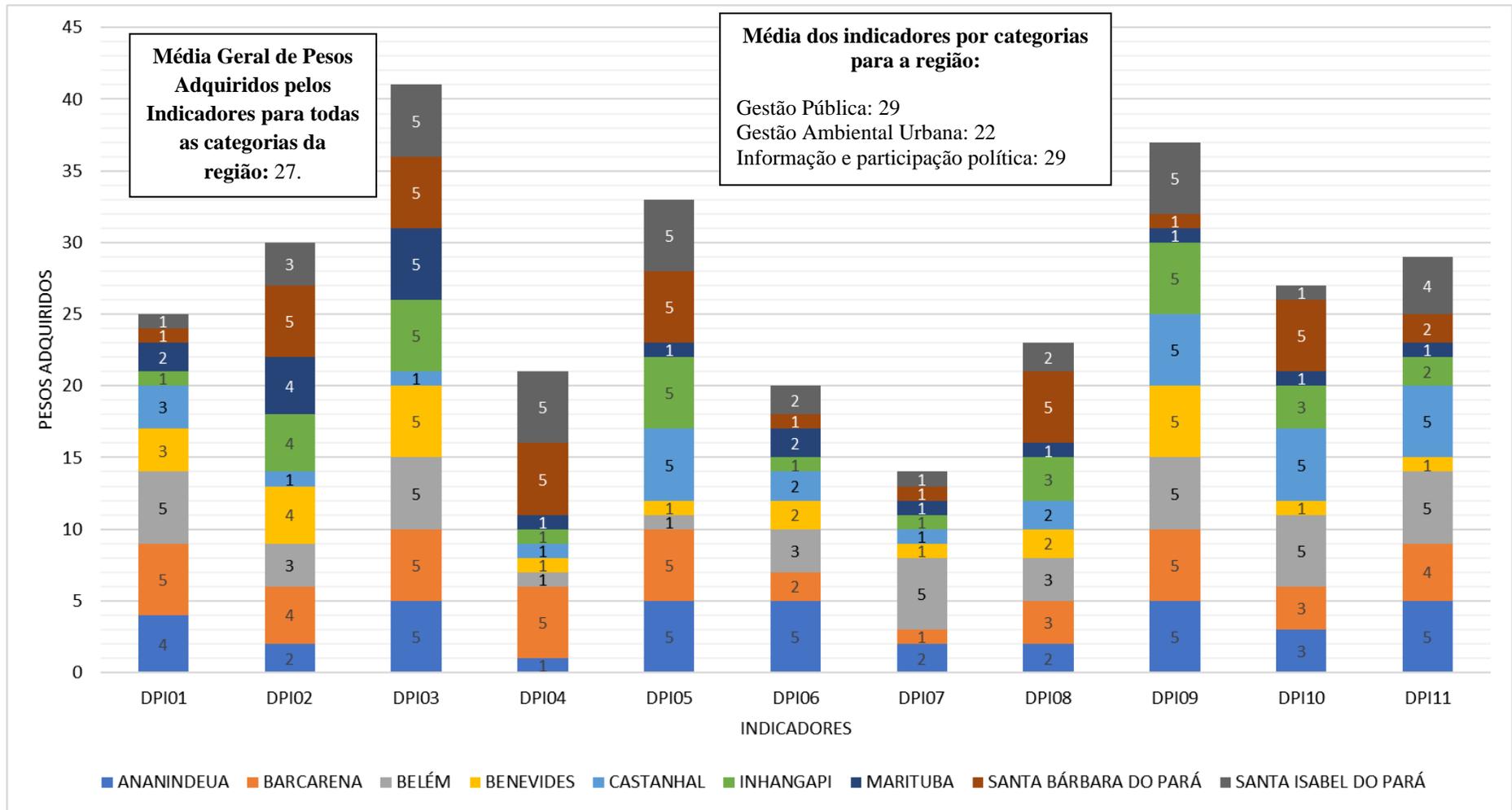
políticas públicas voltadas tanto na manutenção dos meios existentes como em alternativas que propiciem a elevação do consumo sem comprometer o meio ambiente.

2.3.2 Análise das Categorias e dos seus indicadores da Dimensão Político-Institucional

Na distribuição dos indicadores ambientais por peso (Gráfico 2), nota-se que para a Dimensão Político-Institucional os indicadores “DPI02”, “DPI03”, “DPI05”, “DPI09”, “DPI10” e “DPI11” estão iguais ou superiores à média de todos os pesos. Ou seja, entre onze indicadores ambientais selecionados seis apresentam relevância em toda a região. Partindo deste resultado, analisaremos as três categorias que compõem a Dimensão Ambiental para identificar como estes seis indicadores influenciam na resposta a sustentabilidade de cada município observado para a Dimensão Político-Institucional. As três categorias são: 1 – Gestão Pública; 2 – Gestão Ambiental Urbana; 3 – Informação e Participação Política.

O Gráfico 2 abrange a representação dos pesos obtidos por cada indicador, operacionalizado no apêndice C, para a Dimensão Político-Institucional.

Gráfico 2 - Indicadores em relação aos municípios para a Dimensão Político-Institucional.



Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira categoria, **Gestão Pública**, é expressa pelos indicadores DPI01, DPI02, DPI03 e DPI04. A construção destes indicadores considera o grau de Autonomia do poder público, os gastos com Pessoal, Grau de Informatização, Conselhos de Desenvolvimento Urbano e de Meio Ambiente. Dentre estes indicadores, somente o DPI02 e o DPI03 apresentaram quantidade de informação significativa disponível para a categoria. Estes dois indicadores se resumem a Gastos públicos com pessoal e Grau de informatização da máquina pública.

Linhares e Peixoto (2018) analisaram os gastos públicos em todos os municípios do Brasil por população eleitoral e região. Assim, detectaram que o gasto com pessoal é inversamente proporcional ao tamanho da população eleitoral, ou seja, cidade grades tendem a gastar menos com pessoal do que cidades pequenas. Outro ponto importante foi o gasto em termos regionais, os autores descobriram que os estados do Norte do Brasil são os que mais gastam com pessoal, este resultado está diretamente ligado a dimensão territorial e a concentração de riquezas nas capitais, o que leva a existência de muitas cidades pequenas, que como analisado são as que mais gastam com pessoal.

Em relação a digitalização do sistema público, Cintra e Fedel (2019) indicam que por meio dos avanços da tecnologia e da conectividade entre as ferramentas, as pessoas resolvem problemas de forma célere com os diversos recursos disponíveis no smartphone, computadores e até em relógios digitais. É tempo de as empresas públicas entrarem na era digital e disponibilizarem soluções rápidas e eficientes. Contudo, é necessário que os órgãos e entidades públicas se adéquem para permitir que as ferramentas sejam criadas.

Dentro da esfera da Mesorregião é notória a superioridade da capital Belém em termos de serviços e acesso à informação de forma digitalizada, condição que no conceito de pesos torna a capital superior aos demais municípios.

A Mesorregião Metropolitana de Belém, precisa acelerar o processo de informatização do seu modelo de gestão pública, elevando a eficiência administrativa no setor. No mais, o governo público precisa condizer com os mecanismos de liderança, estratégia e controle postos em prática para avaliar, direcionar e monitorar a gestão, com vistas à condução de políticas públicas e à prestação de serviços de interesse da sociedade (TCU, 2020).

A categoria de **Gestão Ambiental Urbana**, formada pelos indicadores PDI06 e PDI07. Dentre os indicadores desta dimensão, que se destacou com menor representatividade para a Mesorregião Metropolitana de Belém, foi o indicador DPI07, que está relacionado a categoria Gestão Ambiental Urbana, refletindo diretamente a ineficácia da gestão política-pública em relação ao meio ambiente. Pois, este indicador foi escolhido e combinado para analisar a interação entre a gestão superior municipal e entidades que caracterizem ações de medidas para contenção

da desfragmentação do meio ambiente local. Contudo, nesta categoria, observamos necessidade de aprimoramentos nos mecanismos de gestão de governança pública, a fim de melhorar suas políticas atuais voltadas ao meio ambiente, que conseqüentemente, comprometendo o bem-estar da população.

Na categoria **Informação e Participação Política** os indicadores que compõe esta categoria são DPI08, DPI09, DPI10 e DPI 11. Os quais estão relacionados a participação popular, programas de inclusão digital, serviço via web disponibilizados por prefeituras.

Quando os municípios que se encontram com as categorias da dimensão Político-Institucional, com os parâmetros abaixo da mensuração em relação aos demais municípios, indica que não possuem uma governança administrativa pública ajustada ao município. No entanto, a administração pública precisa se modernizar, mas não possuem na velocidade necessária para acompanhar a evolução tecnológica. Pode-se dizer que a Governança Pública quer que o Estado acompanhe esse desenvolvimento tecnológico e cultural, mas para isso, é fundamental o seu envolvimento na cadeia que contempla as políticas públicas que acompanhe (TCU, 2020).

Em suma, inferimos para a Dimensão político-Institucional que, as 3 (três) categorias desempenham papéis importantes para a governança pública, que são correlatas entre si. A Gestão Pública assimila as diretrizes para o funcionalismo público, como instituição; a Gestão Ambiental conduz práticas para as questões do meio ambiente municipal; enquanto a categoria da Informação e participação política consegue inserir a participação da comunidade local à gestão pública municipal, não sendo menos importante que as demais categorias.

A pressão existente sobre as categorias da Dimensão Político-institucional, é consideravelmente importante, pois deste advém as questões do funcionalismo público municipal e sua institucionalização. As instruções normativas, decretos e leis são essenciais para as questões práticas das políticas públicas, que podem gerar medidas de ação e de proteção ambiental e social.

As questões supracitadas a Dimensão Ambiental necessita de ações imediatas para sanar problemas ambientais existentes para a Mesorregião Metropolitana de Belém, e poder amenizar os seus impactos. Pois esta área precisa de medidas políticas públicas mais abrangente quanto a Gestão Ambiental, visto que observamos, através da avaliação dos indicadores da MASU, a existência de gestão ineficiente nesta área pode afetar todo ecossistema amazônico, assim como interferir no bem-estar humano. Sobretudo, a sustentabilidade inserida na esfera pública, consegue fortalecer os modelos organizacionais não voltados a lucratividade, e sim à inclusão social, a justiça distributiva, buscando equilíbrio ambiental e o bem-estar coletivo (SOBREIRA; RODRIGUES JUNIOR, 2018).

Dessa forma, inferimos que o Governo Público local precisa atuar nos problemas de alta prioridade na Dimensão Político-institucional, pois gera consequências também no social e Ambiental, a fim de evitar que interesses individuais sobreponham as necessidades da sociedade. Assim, o envolvimento das partes interessadas precisa ser evidente quando tratamos das Políticas Públicas pois o setor público precisa estar a serviço da sociedade de forma justa, e atuante (TCU, 2020).

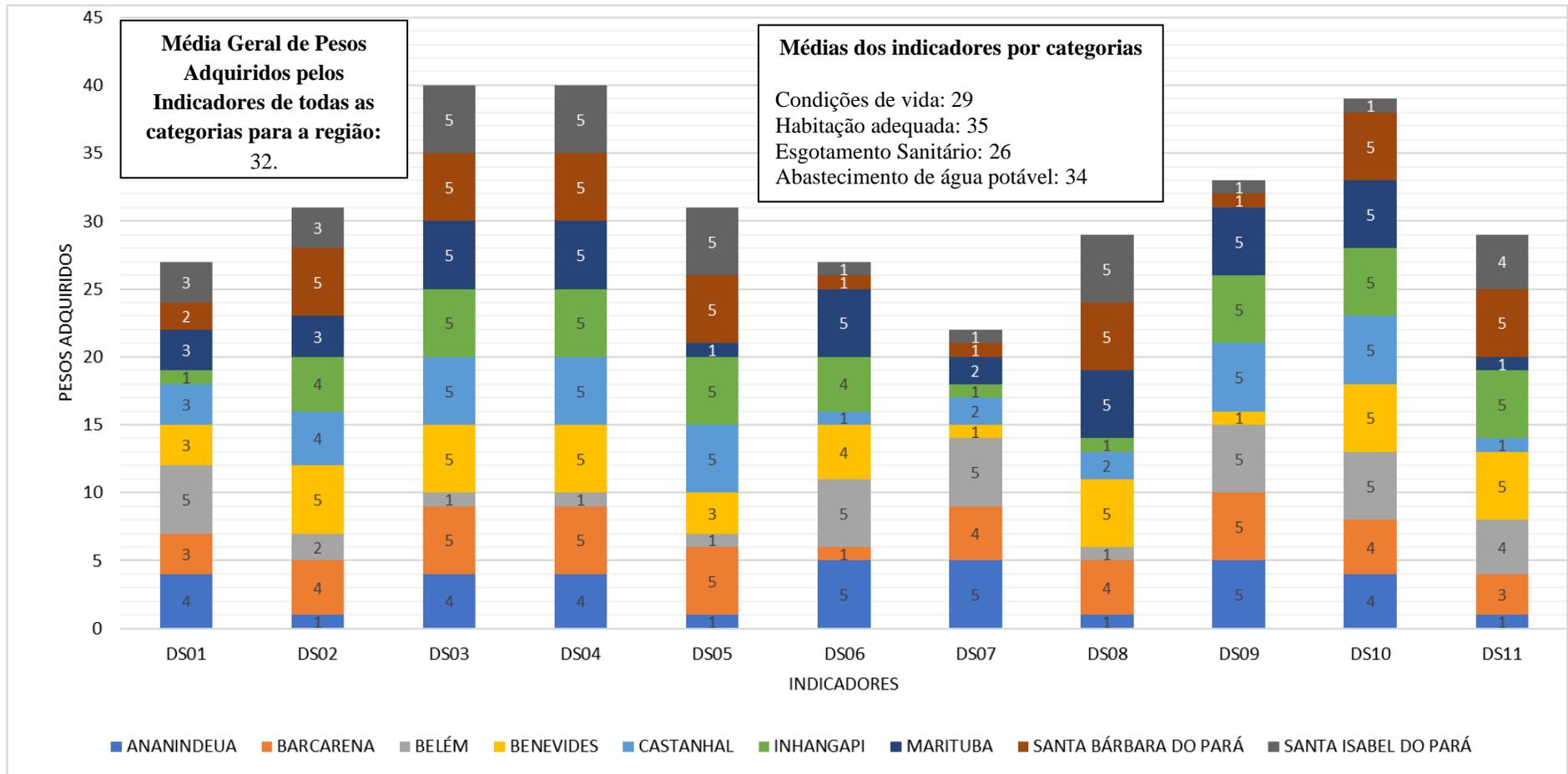
2.3.3 Análise das categorias e dos indicadores da Dimensão Social.

A Dimensão Social é subdividida em quatro categorias e seus respectivos indicadores: 1 – Condição Social (DS01, DS02); 2 – Habitação Adequada (DS03, DS04, DS05, DS06); 3 – Esgotamento Sanitário (DS07, DS08); 4 – Abastecimento de Água Potável (DS09, DS10, DS11).

Dentre os onze indicadores que compõe todas as categorias, os que apresentaram maior destaque foram os indicadores: DS03, DS04, DS09 e DS10. Ou seja, entre as quatro categorias estudadas, apenas Habitação Adequada e Abastecimento de Água Potável apresentaram informações suficientes e por consequência modularam os resultados para a sustentabilidade da Dimensão Social para a Mesorregião.

O Gráfico 3 expõe a representação dos pesos obtidos por cada indicador, sendo operacionalizado no apêndice C, para a Dimensão Social

Gráfico 3- Indicadores em relação aos municípios para a Dimensão Social.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na categoria **Condições de vida** avaliamos o indicador favorável para a região (Gráfico 3), sendo: DS02 - Percentual de Internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado. Exceto, temos a análise do indicador DA01 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que contribuiu desfavoravelmente para a região.

A concepção sobre as necessidades básicas, para as condições de vida, é mensurada baseado na renda per capita ou no PIB. Essas informações apontam para serviços como saneamento básico, água potável, educação, acesso à saúde etc. como forma de medir o atendimento das necessidades básicas de uma determinada população (SILVA et al., 2020).

Assim, observamos que a categoria Condições de vida mensurada pela Dimensão Social é interligada a outras variáveis que as compõem, assim como as demais categorias que estão ligadas de forma direta ou indireta com a Habitação Adequada, Esgotamento Sanitário e Abastecimento de água potável.

Sobre a categoria de **Habitação adequada**, foram analisados os indicadores: DS03 - Estimativa do Número de Domicílios Ocupados em áreas classificadas como aglomerados subnormais, DS04 - Estimativa do Número de Domicílios Ocupados em áreas classificadas como aglomerados subnormais, DS05- Estimativa do Número de Domicílios Ocupados, e DS06 – Percentual da estimativa do Número de Domicílios Ocupados em aglomerados subnormais sobre o total de domicílios e o inverso da taxa de habitações subnormais (%), analisados como abaixo da média entre a categoria.

Dentre estes quatro indicadores, os dois mais expressivos foram o DS04 e DS03 que relacionam a má qualidade de habitação na mesorregião. França (2020) mostra que, a desigualdade social pode ser associada a uma concentração de renda em uma elite que representa um pequeno percentual populacional, acompanhada de uma numerosa camada da população vivendo abaixo da linha da pobreza. Com isso surge o crescimento de assentamentos irregulares, vilas ou favela em diversas cidades.

Segundo Oyebanji, Liyanage e Akintoye (2017), a habitação social deve atender adequadamente às necessidades das famílias vulneráveis de forma contínua e, ao mesmo tempo, considerar as limitações ambientais ao atender tais necessidades no presente e no futuro em relação às técnicas de desenvolvimento e componentes sociais.

A área estudada embora tenha o PIB maior que as demais mesorregiões no Estado do Pará, ainda é deficiente na questão do emprego e renda que é mais voltado a serviços, atividades de agropecuária, extrativista, pecuária e poucos municípios possuem algum polo industrial ativo.

De acordo com Gonzaga et al. (2020), ocorreu uma queda do PIB em relação ao emprego, entre 2012 e 2019, onde a maioria dos ocupados são 81%, e atualmente são de trabalhadores

informais e com salários baixos. Em 2019, o salário teve rendimento médio no Pará de R\$739, o que provavelmente reflete um grau de mecanização e de qualificação da mão-de-obra superior. Menos da metade da média para a Amazônia Legal, que foi R\$ 1.692,00.

No período alto da Pandemia, a situação de empregabilidade teve um agravamento, pois houve medidas de bloqueio total ou parcial em relação a “socialização” entre as pessoas, sendo realizada por vários países a fim de retardar a disseminação viral entre a população, que afetou quase 2,7 bilhões de trabalhadores, representando cerca de 81% da força de trabalho mundial (OIT, 2020).

A situação supracitada, reflete significativamente no aumento da pobreza e desigualdade social. Com uma renda inferior a população se encontra diante a escolhas de questões de sobrevivência básica, como moradia, saúde, saneamento básico, entre outros, afastando a população regional para locais mais acessíveis financeiramente, que normalmente são os ambientes subnormais. Esta situação teve um agravamento no período pandêmico, onde muitos comércios foram fechados e houve um elevado aumento do desemprego.

Em países de baixa e média renda, como é o caso do Brasil, os setores mais atingidos são aqueles com alta proporção de trabalhadores informais e trabalhadores com acesso limitado a serviços de saúde e proteção social. Sem medidas políticas apropriadas, os trabalhadores enfrentam um alto risco de cair na pobreza e enfrentarão maiores desafios para recuperar seus meios de subsistência durante o período de recuperação (OIT, 2020).

No entanto, Codes (2008) aponta um entendimento da pobreza não apenas como insuficiência de renda, onde se obter um crescimento econômico seja suficiente para combater a pobreza. Quando a Pobreza multidimensional de fato não é somente se mensurar uma linha onde separa ricos de pobres somente pela renda, mas igualmente a diversos elementos – como saúde, educação, habitação, direitos econômicos e sociais, igualdade entre os sexos, participação econômica e política, liberdades políticas, entre outros.

A categoria **Esgotamento Sanitário**, formada pelos indicadores DS07 e DS08 tratam sobre o Atendimento à população em relação a esgoto e coleta e tratamento. Neste contexto, mas uma vez quanto mais próximo a capital maior é a concentração de obras voltadas ao saneamento. As principais obras executadas na Mesorregião Metropolitana de Belém, relacionadas a saneamento foram: ETA Bolonha, CPTR Marituba, Drenagem do rio Tucunduba e ETE UNA.

Segundo Costa Filho (2019), o projeto de drenagem do canal Tucunduba beneficiará aproximadamente 140.000 habitantes em Belém, contemplando a construção de 15 pontes de concreto, 5 passarelas com estrutura metálicas, 8.600 metros de distribuição de água potável, 600 ligações domiciliares, drenagem do canal pluvial com extensão de 3 km, além de aterramento de

quintais para evitar inundações próximo às residências. O projeto da ETE UNA tem como interessada a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA), tendo a finalidade de tratamento do esgoto de aproximadamente 350.000 habitantes do município de Belém.

Ainda, segundo Costa Filho (2019), o projeto CPTR Marituba Localizado no município de Marituba, próximo a Alça Viária, o empreendimento possui 110 ha, com tempo estimado de operação de 15 anos e 5 meses, projetado para receber até 1.232 toneladas de resíduos diariamente, a CPTR de Marituba visa o atendimento dos municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Izabel e Santa Barbara.

Em relação ao projeto ETA Bolonha, a Agência Nacional de Águas (ANA), Belém tem como mananciais o rio Guamá, com contribuição de 77 % para o sistema e poços com contribuição de 22 %. É realizada a adução de água do rio Guamá para os lagos Água Preta e Bolonha, onde está localizada a ETA (CARVALHO et al., 2015). Os mananciais atendem segundo dados apresentados pelo interessado (COSANPA, 2013) à SEMAS, 70% da demanda atual dos municípios que compõem a Mesorregião.

No entanto, mesmo com estas obras na área de saneamento básico Costa Filho (2019) observou que dos 4 empreendimentos analisados, apenas o empreendimento da ETA Bolonha apresentou efetividade satisfatórias, os processos da CPTR Marituba e do Canal de Drenagem do Tucunduba, apresentaram efetividade regular e o licenciamento da ETE UNA, apresentou resultado de efetividade ruim.

Neste contexto, especificando, em particular, a problemática na categoria Esgotamento Sanitário, em relação ao indicador DS07 - atendimento de Esgoto com Coleta e sem Tratamento, que obteve a menor média nesta categoria, observamos a existência de uma carência acentuada na Infraestrutura urbana da região, que seja capaz de absorver as necessidades das demandas populacionais em relação ao tratamento do esgoto da população.

O lançamento descontrolado de efluentes nos corpos da água, sem receber tratamento prévio, pode causar efeitos adversos que pelo uso inadequado da água. Pode haver problemáticas como o consumo de oxigênio dissolvido devido a degradação de grande quantidade de matéria orgânica e lançamento de nutrientes, que podem causar eutrofização nos corpos receptores (FEIO; GIRARD; MENDONÇA, 2014).

As questões sobre despejos urbanos são muito variadas e estima-se que as águas residuais urbanas contenham quantidades de matéria em suspensão, metais pesados e, em determinadas épocas, cloro procedente da dispersão de sais nas ruas. A qualidade das águas residuais é, conseqüentemente, muito variável, tendo em certas ocasiões registros de altos índices de demanda

biológica de oxigênio. Contudo, os esgotos e excrementos humanos são causas importantes da deterioração da qualidade da água em países em desenvolvimento (MORAES et al., 2002).

Neste sentido, mencionamos, que historicamente, a expansão de uma urbanização desordenada criando problemas de infraestrutura básica local como falta do abastecimento água, esgoto sanitário, limpeza pública, coleta e destino adequado do lixo, que interfere na qualidade de vida da população que reside e trabalha em torno da bacia (RODRIGUES; TAVARES; MIRANDA, 2016).

As ações das políticas públicas, precisam dar melhorias no âmbito sanitário e de saúde da população, para se conquistar condições adequadas de saneamento que também contribua para a diminuição de prejuízos econômicos nos cofres públicos brasileiros, que ocorrem devido a destinação de recursos para o combate de doenças evitáveis, que são gerados por doenças infecciosas, parasitárias e transmitidos através de veiculação hídrica (SANTOS et al., 2018).

De acordo com Santos et al. (2018), grande parte dos problemas de saúde da humanidade estão intrinsecamente ligados às medidas de saneamento ambiental, e torna-se importante garantir que as enfermidades sejam evitadas por ações preventivas que envolvam a oferta de serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, gerenciamento de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais. Como também promover a educação sanitária, devendo orientar a população a adotar hábitos higiênicos de ordem pessoal, alimentares e domésticos.

Por fim, a análise da categoria de **Abastecimento de água potável**, que é formada pelos indicadores DS09, DS10 e DS11 os quais abordam a Rede de distribuição com Estação/Unidade de Tratamento de água, Consumo médio de água per capita, e o Índice de atendimento urbano de água. Esta categoria possui ligação direta com a analisada anteriormente (**Esgotamento Sanitário**), pois a obras citadas estão justamente ligadas ao fornecimento e distribuição de água na região metropolitana. Estado a qualidade destes itens ligado a forma de moradia, localização e renda das famílias.

Aliás, observamos que em relação ao emprego e renda, a população da região está inclinada a uma Pobreza tipo multidimensional, devido as diversas interligações de variáveis para se compor a mensuração dos indicadores sociais. Pois a temática da pobreza busca agregar as questões como renda, saúde, educação, ambiental, habitação e a temática dos Serviços Sanitário, que são importantes para se descrever a multidimensionalidade das privações da população amazônica.

A pandemia associada a retração econômica das famílias em situação de vulnerabilidade social, exigiu dos tomadores de decisão, estratégias e alternativas de efeito imediato para minimizar o quadro de desigualdades, de maneira que os mais pobres terão que esperar mais de uma década para recuperar as perdas econômicas. Contudo, o Programa “Água Pará”, de caráter

pontual e provisório, beneficiou cerca de 13,77% dos 1.705.579 paraenses inscritos no CadÚnico (OXFAM INTERNACIONAL, 2021).

Apesar da região Norte, poder se considerar com abundância de recursos naturais, se destaca a complexidade de gestão hídrica para a região. O fato da localidade abranger a menor densidade demográfica e um dos maiores territórios do Brasil, também se instalam contradição de acesso a água potável, o que pode revelar a má gestão de recursos hídricos, a ineficiência dos sistemas de abastecimento de água e a influência de determinantes socioeconômicos (BORDALO, 2017).

De acordo com o relatório da Controladoria-Geral da União - CGU (2020), não há atendimento adequado a população atual, onde ocorre riscos de desabastecimento da mesorregião no curto prazo. Para os municípios na qual os sistemas de abastecimento de água não são administrados pela COSANPA, há necessidade de investimentos em curto prazo para melhoria dos níveis de atendimento e qualidade da água disponibilizada à população.

A infraestrutura dos Sistemas de Abastecimento de Água em funcionamento nos municípios (Belém, Ananindeua, Marituba e Castanhal) gerenciados pela COSANPA são insuficientes para atingir a universalização do atendimento de água tratada à população da Região Metropolitana de Belém, portanto é imprescindível que o Governo Federal, Estadual e Municipal ampliem os investimentos neste setor.

Podemos inferir que, uma análise comparativa entre as pontuações dos indicadores das Condições de Vida e da Habitação adequada, Esgotamento Sanitário e Abastecimento de água potável. Ter saúde pública significa promover políticas que atendam e solucionem as questões sociais, ambientais, econômicas, que refletem diretamente na saúde da população pelas quais a medicina curativa, preventiva e o saneamento ambiental fazem parte (SANTOS et al., 2018).

2.3.4 Síntese da Discussão.

Em uma síntese da discussão, temos os indicadores mensurados nos Gráficos 1, 2 e 3, mediante a Média Geral obtida pelos indicadores para cada dimensão, sobre os que mais contribuíram, sendo favoráveis, e menos contribuíram, sendo desfavoráveis, para a Mesorregião Metropolitana de Belém, temos abaixo discriminado o Quadro 9.

Quadro 9 – Síntese dos Indicadores e seus Níveis de Sustentabilidade.

DIMENSÃO	Indicador Favorável	Quant. de Indicadores Favoráveis	Indicador Desfavorável	Quant. de Indicadores Desfavoráveis
Ambiental (DA)	DA06, DA08, DA9 e DA11.	4	DA01, DA02, DA03, DA04, DA05, DA07, DA10.	7
Político-Institucional (DPI)	DPI02, DPI03, DPI05, DPI09 e DPI11.	5	DPI01, DPI04, DPI06, DPI07, DPI08, DPI10.	6
Social (DS)	DS02, DS03, DS04, DS05, DS09 e DS10.	6	DS01, DS06, DS07, DS08 e DS11.	5

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a Dimensão Ambiental, diante 11 (onze) indicadores mensurados, apenas 4 (quatro) foram analisados como favoráveis 36,4% perante o Nível de Sustentabilidade, enquanto 7 (sete) foram desfavoráveis, representando 63,6% dos indicadores.

Enquanto a Dimensão Político-Institucional, dos 11 (onze) indicadores analisados, apenas 5 (cinco) foram avaliados 45,4% como favoráveis para o Nível de Sustentabilidade, e 6 (seis) foram desfavoráveis, representando 54,5% dos indicadores.

Finalmente, na Dimensão Social, dos 11 (onze) indicadores mensurados, apenas 6 (seis) foram analisados 54,5% como favoráveis mediante o Nível de Sustentabilidade, e 5 (cinco) foram desfavoráveis, representando 45,5% dos indicadores.

Em suma, inferimos que dentre 33 (trinta e três) indicadores analisados, apenas 15 (quinze) contribuíram favoravelmente para a região mediante o Nível de Sustentabilidade, enquanto 18 (dezoito) indicadores foram apontados de maneira desfavorável, isto em relação a Média Geral, obtida entre os os Níveis de Sustetnabilidade avaliados nos indicadores. Ressaltamos que, para cada município, o máximo de pesos que cada município poderia alcançar por nível de sustentabilidade é de 33 pesos (nota) 5, ou seja, 33 vezes o peso 5 por indicador dentro de cada dimensão.

Nesta relação, apenas 45,4% dos indicadores são favoráveis ao Nível de Sustentabilidade, que podemos considerar como uma análise baixa para se conquistar a amplitude do Desenvolvimento Sustentável para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

2.3.5 Análise Espacial dos Níveis de Sustentabilidade Urbana.

Diante os resultados do Nível de sustentabilidade para os municípios, segue abaixo discriminado (Apêndice E):

- a) Sustentável: os municípios de Belém e Santa Bárbara do Pará;
- b) Potencialmente sustentável: o município de Ananindeua;
- c) Em transição Sustentável: os municípios de Barcarena e Benevides (mais com pouca representatividade em comparação aos demais municípios);
- d) Potencialmente Insustentável: os municípios de Santa Isabel do Pará;
- e) Insustentável: os municípios de Marituba, Inhangapi e Castanhal.

Na análise, observamos que as maiores somatórias de pesos adquiridos pela contagem de Nível de Sustentabilidade para a região Metropolitana de Belém, foram 17 (dezesete) contagem de frequência de pesos 5 para o Município de Santa Bárbara do Pará e 16 (Dezesseis) contagem de frequência de pesos 5 para o município de Belém. Implicando em uma sustentabilidade relativa a contagem de pesos da amostra de dados, onde o município de Santa Bárbara do Pará que se posicionou como sustentável, apresentando apenas 51,5% de pesos 5 no total para ser definido como maior nível de sustentabilidade (Sustentável), enquanto o município de Belém apresentou apenas 48,4% de pesos 5 no total, sendo identificado com nível de sustentabilidade alto para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

Assim, embora a mensuração dos municípios de Santa Bárbara do Pará e Belém estejam com maiores níveis de sustentabilidade para o Desenvolvimento Sustentável da Mesorregião Metropolitana de Belém. Esta sustentabilidade torna-se “relativa” (ou relacionada) ao conjunto amostral de dados.

Neste contexto, apenas uma melhor situação de infraestrutura urbana para maiores rendimentos dos indicadores tidos como favoráveis, isto em relação aos demais municípios. Dessa maneira, compreendemos que a sustentabilidade neste estudo, se identifica como relativa à análise do conjunto de dados amostral.

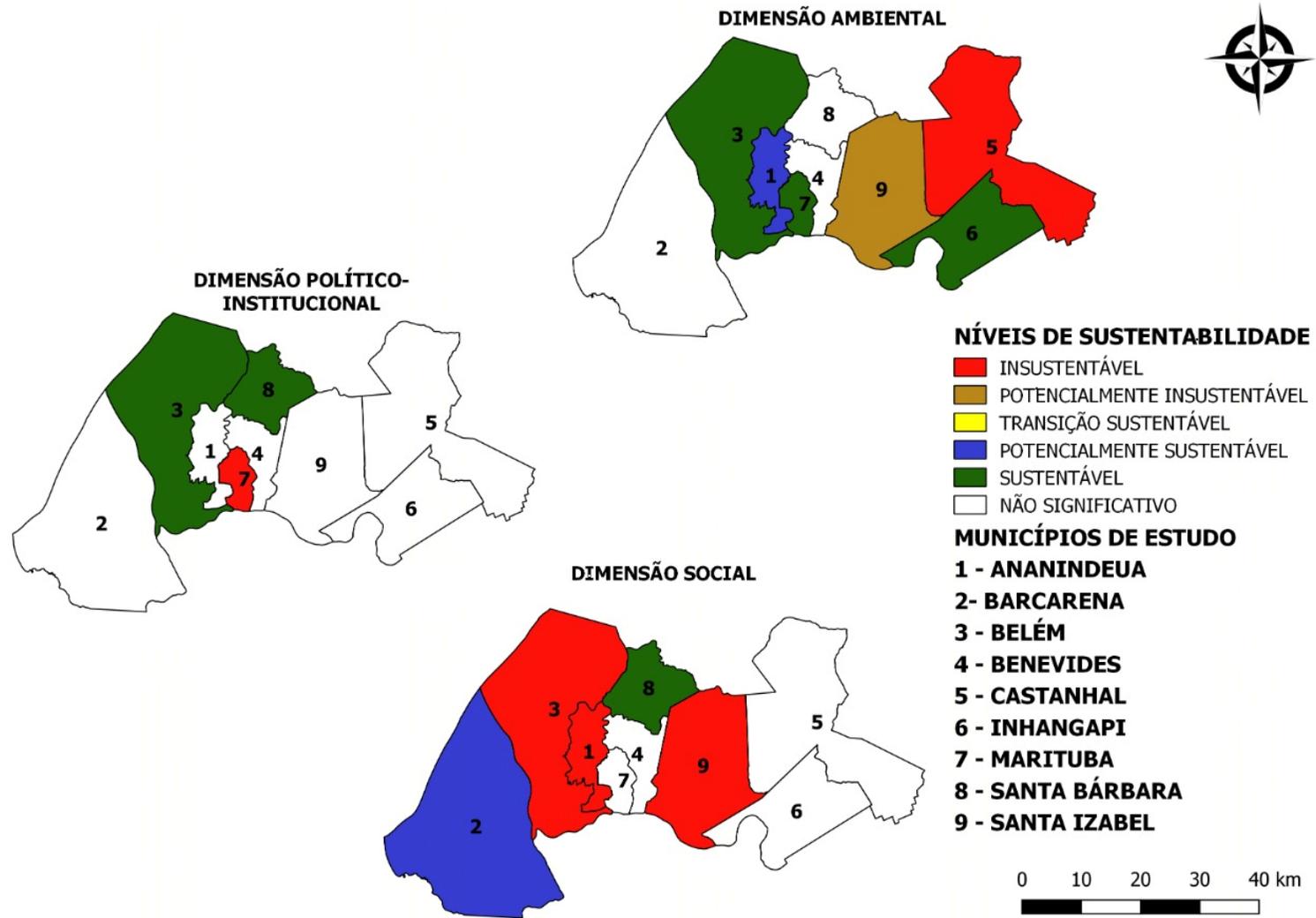
Assim, está relatividade observada para o município de Belém pode estar relacionada a uma melhor disposição de investimentos, por ser a capital do Estado do Pará, com a maior população, da área de estudos, e por dispor de melhor infraestrutura urbana, caracterizando sustentabilidade nas Dimensões Político-Institucional e Ambiental, consecutivamente.

Enquanto o município de Santa Bárbara do Pará, seu resultado pode estar associado a um conjunto de fatores, primeiro pela densidade populacional, a segunda menor da Mesorregião, sua

economia é voltada aos aspectos rurais, e está bem próximo da capital e dos serviços oferecidos pela mesma, assim dentro do espectro de informações abordadas nesta pesquisa, o município de Santa Bárbara apresentou status de sustentável, que caracteriza sustentabilidade nas Dimensões Social e Político-Institucional, sucessivamente.

Diante ao exposto, a Figura 4 é a representação espacial da área de estudos referente aos resultados encontrados pela na análise do Apêndice D. A qual os municípios foram alocados de acordo com as maiores e menores quantidades de pesos obtidos através das frequências acumuladas por dimensão (pela contagem pesos adquiridos pelos indicadores).

Figura 4 - Análise Espacial dos Níveis de Sustentabilidade das Dimensões.



Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se na Figura 4 que municípios com nível mensurado como *não significativo*, caracterizando que na contagem de vezes o indicador teve níveis sustentáveis muito abaixo da somatória dos demais níveis. Implicando que os indicadores podem não estar sendo trabalhado da melhor forma para a região, obtendo uma contagem muito baixa para medição, precisando melhorar.

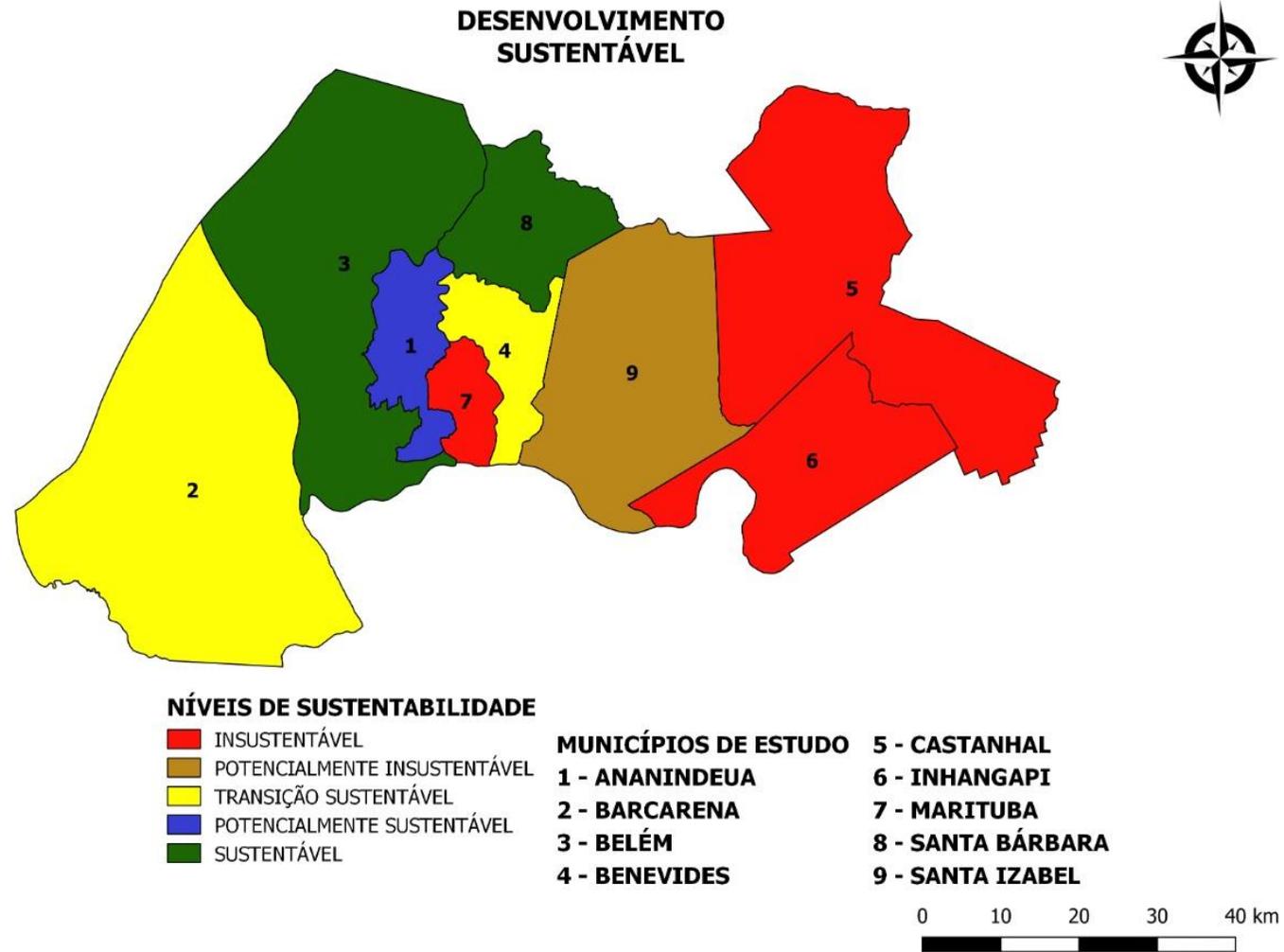
E, quando a dimensão for avaliada de forma *Insustentável*, podemos considerar que está sendo trabalhada pelos órgãos públicos, com nota de contagem baixa para o nível de sustentabilidade, dessa maneira não alcançam a finalística que a sustentabilidade almeja, que é a utilização consciente dos recursos naturais disponíveis na região.

Nesse sentido, a dimensão que foi mensurada com grande parte dos dados *não significativos* foi a Dimensão Político-Institucional, que necessita de uma maior atuação governamental nesta questão. E, a dimensão analisada como *insustentável*, foi a Dimensão Social apresentando vários municípios com índices abaixo dos demais municípios da amostra.

Ademais, os indicadores selecionados para este estudo, implicam dizer que quando os municípios se apresentam como *não significativo e insustentável*, significa inferir carência de políticas públicas que se envolva com mais representação no município, a qual também consiga interagir nas demais dimensões, a fim de equilibrar em ações públicas que se encontram sem ação.

Diante análise do Apêndice E, a Figura 5 exprime o seu resultado espacial para o Desenvolvimento Sustentável urbano da Mesorregião Metropolitana de Belém, a qual ressaltamos que os municípios de Belém e Santa Barbara do Pará se sobressaíram como municípios sustentáveis de forma relativa em relação ao conjunto amostral. No mais, destacamos que os resultados para Desenvolvimento Sustentável foram alcançados por meio da contagem de frequência acumulada dos níveis de sustentabilidade para as dimensões sobrepostas.

Figura 5 – Análise espacial do Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: Elaborado pela autora.³

³ Cálculos no Apêndice E.

Em suma, os resultados encontrados pela aplicação da MASU, dentro do período de dados entre 2017 a 2020, foi avaliado que a Dimensão Político-Institucional tem uma importante necessidade de atuação do governo local, pois apresentou vários indicadores com baixa contagem de pesos, gerando uma dimensão com alguns municípios com resultados *não significativos*, ou seja, extremamente abaixo da média em relação aos demais municípios.

Ainda, temos a avaliação da Dimensão Social que apresentou vários municípios com resultados com nível *Insustentável* e outros *não significativos* para a Mesorregião Metropolitana de Belém, inferindo a presença de baixas condições de infraestrutura urbana tais como: Sistemas de saneamento implantado, transporte adequado, Distribuição de energia, serviços de comunicação com a sociedade, entre outros.

De acordo com Sartori et al. (2014), o Desenvolvimento Sustentável possibilita um conjunto ações a preservação da diversidade genética e a utilização sustentável das espécies e ecossistemas. Também como promover a igualdade de oportunidades em relação as gerações futuras, a exploração de recursos visando mudanças, a direção dos investimentos e a orientação tecnológica e institucional para o futuro conservando do que existe no presente.

Neste sentido, podemos sustentar a prerrogativa que nenhum município se encontra com total nível de sustentabilidade, podemos apenas inferir que diante da amostra de índices selecionados, e mediante ao período de dados, temos municípios em melhores condições estruturais urbanas sustentáveis pelo uso da melhor forma de seus recursos naturais, isto de acordo com as caracterizações das Categorias relacionadas a MASU.

2.3 Conclusão

A proposta da construção da Matriz de Indicadores Sustentáveis Urbano (MASU), é uma ampliação de ferramentas capaz de mensurar a sustentabilidade urbana, pois as análises municipais contribuem em um importante auxílio nas tomadas das decisões públicas, ainda suprem a necessidade em se obter um sistema de indicadores que contemple a capacidade de analisar localmente uma região, considerando suas características específicas.

Para validação da MASU, foram abordadas pela metodologia Escalar de Likert, adaptada, necessitando da criação de uma unidade de padronização específica, para converter os índices quantitativos originais em índices com valoração qualitativa e adimensionais.

Em relação aos resultados de nível de sustentabilidade dos indicadores, dos 33 indicadores analisados, apenas 12 obtiveram informações suficiente nos critérios de pesos, sendo a análise desta forma modulada apenas pelos indicadores, dentre os quais a grande

maioria se referia a informações de acesso à informação, Áreas Verdes, saneamento, moradia, obras públicas, serviços, dentre outros serviços que são encontrados com maior concentração na capital e cidades imediatamente próximas como Ananindeua. Assim, este resultado traz uma série de indicadores sobre a questão da sustentabilidade, primeiro que demonstra a dependência dos municípios da Mesorregião Metropolitana da Belém da capital, quanto mais distante da capital maior a precariedade do acesso à informação, obras e serviços.

Segundo, nas análises entre os indicadores aferidos como desfavoráveis, os resultados apontaram que a Dimensão Ambiental e Político-Institucional são as que demonstram menores sustentabilidade para a Mesorregião, inferindo uma maior necessidade de atuação pelos órgãos públicos, através de ações e projetos que possibilitem investimentos estruturais e o envolvimento da população local.

Características que justificam os resultados de nível de sustentabilidade para os municípios. Onde, **Nível Sustentável**: os municípios de Belém e Santa Bárbara do Pará; **Nível Potencialmente Sustentável**: o município de Ananindeua; **Nível em Transição Sustentável**: os municípios de Barcarena e Benevides (mais com pouca representatividade em comparação aos demais municípios); **Nível Potencialmente Insustentável**: os municípios de Santa Isabel do Pará; e **Nível Insustentável**: os municípios de Marituba, Inhangapi e Castanhal.

Partindo destes resultados, inferimos que o Desenvolvimento Sustentável compreende os municípios de Belém e Santa Bárbara do Pará, de acordo com os critérios de contagem de maiores pontos alcançados de pesos pelos indicadores, destacando com Níveis Sustentável em maior parte destes. Embora, esta sustentabilidade seja relativa ao conjunto amostral, onde observamos apenas uma melhor situação de infraestrutura urbana e rendimentos nos indicadores tidos como favoráveis, em relação aos demais municípios. Dessa maneira, entendemos que a sustentabilidade neste estudo, é relativa ao conjunto de dados amostral.

Dessa maneira, os resultados alcançados pela MASU evidenciam análises realistas, adotando a método Escalar de Likert (adaptado), com capacidade de mensurar grupos razoáveis de variáveis, neste estudo foram 257. Identificando os principais indicadores que estão contribuindo a sustentabilidade da região, ou não, orientando a gestão pública institucional na construção de ações de políticas públicas, que consigam envolver a população e sanar as problemáticas específicas na Mesorregião Metropolitana de Belém.

Referências

- ANTONIALLI, F. *et al.* Uses and abuses of the likert scale: bibliometric study in the proceedings of enanpad from 2010 to 2015. **Reuna**, Minas Gerais, v. 22, n. 4, p. 1-19, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21714/2179-8834/2017v22n4p1-19>. Acesso em: 15 dez. 2021.
- ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R. *et al.* Problemática da água na Região Metropolitana de Belém (Rmb)–Pará: aspectos histórico-geográficos. **Acta Geográfica**, v. 7, n. 15, p. 117-131, 2014. Disponível em: <https://revista.ufr.br/actageo/article/view/1085>. Acesso em: 14 jan. 2022
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT RBR ISO 37120**. Desenvolvimento sustentável de comunidades: Indicadores Para Serviços Urbanos e Qualidade de Vida. 2017. 1 ed. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/472549943/NBR-ISO-37120-2017-Desenvolvimento-Sustentavel-de-Comunidades-Indicadores-Para-Servicos-Urbanos-e-Qualidade-de-Vida-pdf>. Acesso em: 03 jan. 2022.
- AZEVEDO, P. R. M. **Introdução à estatística**. 3. ed. Natal: EDUFRN, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/21298/2/Introduc%cc%a7a%cc%83o%20a%cc%80%20Estat%cc%81stica%20%28digital%29.pdf>. Acesso em: 1 jan. 2022.
- BARCELLOS, C. *et al.* **Queimadas na Amazônia e seus impactos na saúde**: a incidência de doenças respiratórias no Sul da Amazônia aumentou. Observatório de Clima e Saúde – FIOCRUZ, 2019. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/material3os/2019_Barcellos_etal_ImpactosSaude_OCS_ICICT_FIOCRUZ_DE3os.pdf. Acesso em: 15 jan. 2022.
- BELÉM. Prefeitura Municipal. **Ver - Belém**: Pará - Brasil. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/ver-belem/detalhe.php?i=1&p=9>. Acesso em: 09 maio 2022.
- BORDALO, C. A. O paradoxo da água na região das águas: o caso da Amazônia brasileira. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), v. 21, p. 120-137, 2017.
- BRAGA, T. Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes nas Regiões Metropolitanas de São Paulo e Belo Horizonte. **Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales (EURE)**, v. 32, n. 96, p. 47-71, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.cl/pdf/eure/v32n96/art04.pdf>. Acesso em 02. jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jul. 2020, ano 135, Seção 1, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#view. Acesso em: 20 jun. 2021.

CARVALHO, B. G. P.; *et.al.* Avaliação do Desempenho de uma ETA Convencional: Estudo de Caso na ETA Bolonha, Belém-Pará. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA CONTECC', 2015, Fortaleza-CE. **Anais[...]**. Fortaleza-CE: Centro de Eventos do Ceará, 2015.

CASTELLS, M. **A galáxia da internet**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003

CINTRA, C. C. S.; FEDEL, I. R. Desburocratização: impactos na informatização e celeridade do serviço público. **Revista**, p. 55-75, 2019.

CODES, A. L. M. **A trajetória do pensamento científico sobre pobreza**: em direção a uma visão complexa. IPEA. p. 1-33. 2008. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1332.pdf. Acesso em: 05 jan. 2022

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ – COSANPA. **Sistema de tratamento de esgoto sanitário de Belém**. Belém-PA. 2013. Material do Workshop.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução do CONAMA nº 369**, de 28 de março de 2006. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 mar. 2006. Seção 1, p. 150-51.

CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO - CGU. **Relatório de avaliação**: gestão hídrica – abordagem investimentos. consolidação final - melhoria nos sistemas de abastecimento de água nas regiões metropolitanas. Exercício 2020. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR, 2020. 38f. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:9rWdVgD4w64J:https://eaud.cgu.gov.br/relatorios/download/989621+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 21 jan. 2022.

COSTA FILHO, F. A. M. **Avaliação do licenciamento ambiental de grandes projetos de saneamento básico na região Metropolitana de Belém-PA**. [S.l. : s.n.], 2019.

FEARNSIDE, P. M.; GUIMARÃES, W. M. Absorção de carbono por florestas secundárias na Amazônia brasileira. **Floresta Ecology and Management**, v. 80, p. 35-46, 1996. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03648-2](https://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03648-2). Acesso em: 11 set. 2022.

FEIJÓ, A. M. *et al.* O uso das escalas Likert nas pesquisas de contabilidade. **Revista Gestão Organizacional**, v. 13, n. 1, p. 27-41, 2020. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rgo/article/view/5112>. Acesso em: 8 jan. 2022.

FEIO, V. F.; GIRARD, L.; MENDONÇA, N. Problemática da geração de efluentes oriundos do processamento de açaí na região metropolitana de Belém-PA. **Remoa**, v. 13, n. 3, maio-ago., 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/index.php/remoa/article/view/13370>. Acesso em: 12 jul. 2022.

FONSECA, A. G. M. **Índice de sustentabilidade municipal**: um instrumento de avaliação da qualidade de vida nos municípios brasileiros. 2010. 217 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/7941>. Acesso em: 14. fev. 2021.

FRANÇA, M. C. Pobreza, desigualdade e favelização: investigando elementos associados ao crescimento de aglomerados subnormais. **Revista Húmus**, v. 10, n. 28, 2020. Disponível em: <http://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/revistahumus/article/view/13612>. Acesso em: 20 jan. 2022.

GIVISIEZ, G. H. N.; OLIVEIRA, E. L. **Demanda futura por moradias**: demografia, habitação e mercado. [S.l.: s.n.], 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 11 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produto Interno Bruto – PIB**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 20 dez. 2021.

KHANNA, N. Measuring environmental quality: an index of pollution. **Ecological Economics**, v. 35, n. 2, p. 191-202, nov. 2000.

LIMA, J.; MOYSÉS, A. (Org.). **Como andam Belém e Goiânia**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles, 2009.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Revista Formação**, n. 13, p. 69-72, 2006.

LINHARES, M. R.; PEIXOTO, V. M. Gasto público e partidos políticos: uma análise dos municípios brasileiros (2002-2015). **CSOnline - Revista eletrônica de Ciências Sociais**, n. 27, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.34019/1981-2140.2018.17443>. Acesso em: 11 set. 2022.

MARENGO, J. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília, DF: MMA, 2006. 212 p.

MARINHO, A. V. R.; SARAIVA, J. S.; RODRIGUES, E. C. Caracterização socioambiental da bacia urbana do Tucunduba, Belém/PA. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, v. 2, n.02, 2016. Disponível em: <http://doi.org/10.17553/2359-0831/ihgp.v2n2p96-107>. Acesso em: 01 ago. 2022.

MARTINS, M. D. F.; CÂNDIDO, G. A. Análise da sustentabilidade urbana no contexto das cidades: proposição de critérios e indicadores. **ENANPAD**, n. 27, 2013. Disponível em: http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GCT2482.pdf. Acesso em: 10 set. 2021.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. **Índice de Desenvolvimento Sustentável para Cidades (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba**. João Pessoa: Sebrae, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272777408_INDICES_DE0_desenvolvimento_sustentavel_para_localidades_uma_proposta_metodologica_de_construcao_e_analise/link/571a91f908aee3ddc568f91c/download. Acesso em: 20 maio 2022.

MORAES, D. S. L. *et al.* Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, v. 36, 3, p. 370-4 371, 2002. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rc=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjX9eOhtov5AhWrILkGHfz4A3MQFnoECACQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.scielo.br%2Fj%2Frsp%2Fa%2FqNPRVprxpJZq9bpRkmwRTYC%2F%3Flang%3Dpt%26format%3Dpdf&usg=AOvVaw0Zpd9JNB0e6HL68Ar7unyV>. Acesso em 13 maio 2021.

NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 4 jan. 2022.

NOBRE, C. *et al.* **Vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo**. Rio Claro, SP: INPE, 2010.

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS. **Indicadores brasileiros para os objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2022. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/> Acesso em: 20 jun. 2022.

OLIVEIRA, E. L.; ROCHA, D. L.; GIVISIEZ, G. H. N. Projeção demanda demográfica de energia elétrica no Brasil de 2010-2040. **Anais [...]**, p. 1-17, 2019.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO – OIT. **Covid-19 and the world of work**. 2nd. ed. Updated estimates and analysis. Genebra, Switzerland, 2020. Disponível em https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/documents/briefingnote/wcms_740877.pdf. Acesso em: 12 fev. 2022.

OXFAM INTERNATIONAL. **O Vírus da desigualdade**. Oxfam, janeiro de 2021. Disponível em: <https://materiais.oxfam.org.br/o-virus-da-desigualdade>. Acesso em: 7 dez. 2021.

OYEBANJI, A. O.; LIYANAGE, C.; AKINTOYE, A. Critical success factors (CSFs) for achieving sustainable social housing (SSH). **International Journal of Sustainable Built Environment**, v. 6, n. 1, p. 216-227, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212609016301248>. Acesso em: 14 jul. 2022.

PEREIRA, F. S.; VIEIRA, I. C. G. Expansão urbana da Região Metropolitana de Belém sob a ótica de um sistema de índices de sustentabilidade. **Revista Ambiente e Água**, v. 11, p. 731-744, 2016.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **O que é desenvolvimento humano**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-desenvolvimento-humano.html>. Acesso em: 02 maio 2021.

RIBEIRO, W. C. *et al.* Conflito pela água, entre a escassez e a abundância: marcos teóricos. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 1, n. 2, p. 11, 2019. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ambientes/article/view/23619/14957>. Acesso em: 12 dez. 2021.

RODRIGUES, R. M.; TAVARES, A. C. M.; MIRANDA, T. B. **Urbanizar as “baixadas”**: experiências de projetos de urbanização de assentamentos precários em áreas de preservação permanente em Belém (PA). ANPARQ. 2016. Disponível em: <https://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-4/SESSAO%2018/S18-04-RODRIGUES,%20R;%20TAVARES,%20A;%20MIRANDA,%20T.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2022.

SANTOS, F. F. S. *et al.* O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n.1, p. 241-251, 2018. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/127/113#>. Acesso em: 04 jan. 2022.

SENIS, L. V. *et al.* Mapeamento e análise das áreas verdes urbanas como indicador da qualidade ambiental de Dourados, Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. **Anais[...]**. Porto Alegre: CONGEA, 2015.

SICHE, R. *et al.* Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, 2007.

SILVA, J. J. *et al.* Multidimensional poverty in brazil: analysis of the period 2004-2015. **Brazilian Journal of Political Economy** [online], v. 40, n. 1, p. 138-160, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-31572020-2924>. Acesso em: 28 dez. 2021.

SOBREIRA, K. R.; RODRIGUES JUNIOR, M. S. Governança no setor público: avaliação do nível de aderência de uma instituição de ensino superior ao modelo de governança pública da

IFAC. **Revista de Governança Corporativa**, v. 5, n. 1, 2018. Disponível em: <https://www.rgc.org.br/ojs-3.2.1-2/index.php/Journals/article/view/33> . Acesso em: 20 fev. 2022.

SOUZA, M. C. S. A.; MAFRA, J. R. **A sustentabilidade e seus reflexos dimensionais na avaliação ambiental estratégica: o ciclo do equilíbrio do bem estar**. CONPEDI. p. 4. 2014. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=ec82bd533b0033cb>. Acesso em: 03 jan.2022.

THOMAZ, R. A. **Demanda de energia elétrica no Brasil: 1995-2015**. 2017. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/47291?show=full>. Acesso em: 11 set. 2022.

TOZI, S. C. *et al.* Água, conflitos e política ambiental na Amazônia legal brasileira. **Revista NERA**, v. 21, p. 228-255, 2018. Disponível em: https://geografia.unifesspa.edu.br/images/artigos/PUBLICA%C3%87%C3%95ES/Abra%C3%A3o/Artigo_Nera_guaconflitosepoliticaambientalnaAmaznialegalbrasileira_1.pdf. Acesso em: 04 jan. 2022.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO - TCU. **Governança pública municipal: transformando sua administração**. Instituto Latino-Americano de Governança e Compliance Público, coordenação. 1. ed. Brasília, DF: NT Editora, 2020. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/data/files/61/A7/41/87/4E9F771072725D77E18818A8/Cartilha%20Governanca_compressed%20_1_.pdf. Acesso em: 03 jan. 2022.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs – UNDESA. **Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies**. 3. ed. New York, 2007. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=107&menu=1515>. Acesso em: 01 maio 2021.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL - ONU Brasil. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 4 jan.2022

CAPÍTULO 3 MATRIZ DE INDICADORES SUSTENTÁVEIS URBANO (MASU): UMA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE COM USO DE COMPONENTES PRINCIPAIS (CP).

Resumo

A sustentabilidade possui um contexto multidimensional, quando entendemos que está interligada a várias dimensões e não apenas ao meio ambiente. Porém, nesta interação precisa ser consciente para que ocorra crescimento urbano sustentável, com preocupações voltadas a preservação da biodiversidade. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e seus indicadores publicados pela agenda 30, buscam caminhos para se acompanhar a evolução do desenvolvimento sustentável urbano, todavia a maioria destes indicadores não abrangem mensurações de dados municipais. Assim, a proposição do sistema de Matriz de Indicadores Sustentáveis Urbano (MASU) foi constituída conciliando a seleção de indicadores que pudessem abranger as avaliações das realidades locais, agregadas às dimensões Ambiental, Político-Institucional e Social, a qual a coleta de dados é realizada totalmente em sites da internet, não agregando custos a pesquisa. O objetivo deste capítulo será validar e analisar a MASU, a partir da metodologia de Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados apontam que grande parte dos indicadores da Dimensão social são sustentáveis, sendo mais representativos para a região, enquanto os Indicadores da Dimensão Político-Institucional foram analisados insustentáveis, com menor representatividade para a Mesorregião Metropolitana de Belém. Partindo desta análise, destaca-se os municípios de Barcarena, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará e Inhangapi indicados com maiores Desenvolvimento Sustentável urbano, por aspectos de análise de similaridades obtidos através do Diagrama de Dispersão.

Palavras-chave: indicador; desenvolvimento sustentável; MASU; ACP.

Abstract

Sustainability has a multidimensional context, when we understand that it is interconnected to several dimensions and not just to the environment. However, this interaction needs to be conscious for sustainable urban growth to occur, with concerns focused on the preservation of biodiversity. The Sustainable Development Goals (SDGs) and their indicators published by 30 Agenda, seek ways to follow the evolution of urban sustainable development, however most of these indicators do not cover measurements of municipal data. By the way, the proposition of the Matrix of Sustainable Urban Indicators (MASU) system was constituted by reconciling the selection of indicators that could encompass the assessment of local realities, aggregated to the Environmental, Political-Institutional and Social dimensions, in which data collection is carried out. entirely on internet sites, not adding costs to the research. The objective of this chapter will be to validate and analyze the MASU, based on the Principal Component Analysis (PCA) methodology. The results apresent that most of the indicators of the Social Dimension are sustainable, being more representative for the region, while the Indicators of the Political-Institutional Dimension were analyzed as unsustainable, with less representation for the Metropolitan Mesoregion of Belém. Based on this analysis, the municipalities of Barcarena, Santa Bárbara do Pará, Santa Isabel do Pará and Inhangapi stand out, indicated with greater urban Sustainable Development, due to aspects of analysis of similarities obtained through the Dispersion Diagram.

Keywords: indicator; sustainable development; MASU; ACP.

3.1 Introdução

O rural e o urbano desde o início dos tempos tiveram suas divergências entre as considerações sociais, ambientais, políticas e econômicas. O meio rural fornecendo produtos extrativistas e agropecuários ao meio urbano, entre outros, até o desenvolvimento da industrialização e os avanços tecnológicos. Durante a Revolução Industrial, a evolução tecnológica alcança o meio rural com maquinários e uma nova ordem industrial, empurrando a mão-de-obra humana-rural ao êxodo na busca de novos meios de subsistência, transformando ruralistas em empregados industriais.

O crescimento das indústrias, desenvolveu o mundo capitalista e suas formas de vida, trouxe subempregos e cidades rústicas com deficiência no saneamento básico e consumo de água potável. Onde o ser humano conseguiu alcançar baixíssimas condições de vida e Saúde, com carências sociais e econômicas preocupantes.

Alcançar o sustentável, depende de muitos fatores a serem seguidos pela humanidade, onde, neste momento, a utilização de recursos ambientais são vistos como meios inesgotáveis para se expandir o capitalismo voraz. Após anos de exploração descontrolada, iniciou-se a percepção da questão da degradação ambiental que se expandia de forma agressiva, expandindo-se através dos muros das indústrias.

Durante o ano de 1972, a preocupação com os recursos ambientais e a expansão da degradação gerou a Conferência de Estocolmo. Nesta época, se pôde perceber a deterioração da qualidade de vida no espaço urbano, causada pelo consumo exagerado dos recursos naturais.

Contudo, este conceito somente apareceu no cenário internacional a partir da década de 1990, que o papel expressivo o desenvolvimento do conceito ambiental pelas conferências do Habitat foi promovida pela Organização das Nações Unidas nos anos de 1976 (Habitat I – Vancouver, Canadá), 1996 (Habitat II – Istambul, Turquia) e 2001 (Istambul+5 - Nova Iorque, EUA), (ZAMBAM; GOMES, 2011).

Para o Desenvolvimento Sustentável, tanto a Agenda 2021 quanto a de 2030 foram reflexos de uma evolução entre conferências e encontros organizadas pela ONU com seus países membros, que conseguiram consolidar através de objetivos, metas e indicadores, meios para se aferir e analisar, os meios de evolução urbana em relação a interação com o meio ambiente.

Atualmente, segue vigente a Agenda 2030, onde o Estado brasileiro também assumiu o compromisso de formular e efetivar políticas públicas que garantam o cumprimento dos 17

Objetivos e suas metas para se alcançar o Desenvolvimento Sustentável da ONU, em todos os níveis apropriados a nação.

Ter um meio ambiente ecologicamente equilibrado é um dever e não apenas um dever negativo, ou seja, um dever por meio de comportamento passivo em não degradar, não poluir, não desmatar. Mas acima de tudo, é um dever positivo, que implica comportamento ativo por parte do cidadão em se arborizar as cidades, cumprir com a função socioambiental da propriedade urbana, separar o lixo doméstico, utilizar racionalmente a água potável, atentar ao consumo sustentável de bens e serviços, entre outros, e ainda a necessidade de se visualizar o gênero humano como parte da natureza (ZAMBAM; GOMES, 2011).

Assim, a sustentabilidade é como um conjunto de objetivos, um processo e uma disciplina de interesse global, que envolve nuances e objetivos locais se vinculando ao conceito de equidade. Ultrapassa os limites de uma definição tradicional e serve como horizonte para a sociedade em uma era de graves desigualdades econômicas e sociais e elevado impacto ambiental (SOTTO, 2019).

Contudo, a introdução de um conjunto de indicadores gerenciável, permite aos países realizem uma avaliação mais abrangente e diferenciada do seu desenvolvimento sustentável.

“A divisão dos indicadores ao longo das linhas “pilares” (social, econômico, ambiental e institucional), enfatiza a natureza multidimensional do desenvolvimento sustentável e consegue refletir a importância de sua integração” (UNDESA, 2007).

Assim, a consolidação de uma grade de indicadores que consigam mensurar dados para das dimensões Ambientais, Político-Institucional e Sociais possuem grande importância para o processo de decisões políticas públicas, demonstrando as evoluções e as direções que os processos decisórios governamentais precisam ser conciliados através das políticas públicas adequadas, que são atos determinantes para um desenvolvimento resiliente e sustentável.

Neste contexto, o objeto deste capítulo será validar a Matriz de indicadores Sustentáveis Urbano (MASU) com dados dos municípios da Mesorregião Metropolitana de Belém, tomando base a metodologia de Análise de Componentes Principais (ACP).

Uma técnica que permite o agrupamento de indivíduos similares e diante exames visuais, em dispersões gráficas no espaço bi ou tridimensional, de fácil interpretação geométrica, permitindo, assim, validar ou rejeitar a hipótese de que os indicadores qualitativos ou quantitativos (SILVA et al., 2021).

A Análise de Componentes Principais (ACP) abrange um método de ponderação sob variação onde os indicadores simples, porém com pesos distintos. Para a aplicação desse método foram utilizados os dados referentes aos municípios selecionados previamente.

Quando, inicialmente se é gerada uma matriz de correlação através de estatística básica, utilizando os dados dos municípios selecionados, o que possibilitou observar a importância das variáveis entre si e o grau em que estão correlacionadas. Em seguida foi aplicada a ACP que gera, além de outros resultados, a matriz de autovetores e a variância expressa por cada componente principal (BAUM; GOLDENFUM, 2021).

Para Mingoti (2005), esta técnica consegue explicar a estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório, composto por p-variáveis aleatórias, por meio da construção de combinações lineares das variáveis originais. Tais combinações lineares são chamadas de Componentes Principais (CPs) e não são correlacionados entre si. Assim, para p-variáveis originais, é possível obter-se p componentes principais.

Para se avaliar a sensibilidade de diferentes modos de ponderação de indicadores compostos relacionados foram utilizados indicadores simples. Os métodos distintos de ponderação foram testados para atribuições dos pesos aos indicadores compostos e Análise dos Componentes Principais (BAUM; GOLDENFUM, 2021).

Diante ao exposto, conclui-se conforme Silva e Gouveia (2019), que a utilização de análises estatísticas multivariadas como a ACP permite a verificação de correlações úteis para detecção de problemas-chave, através de análise de indicadores, que venham evidenciar pontos de atenção para se mensurar variáveis.

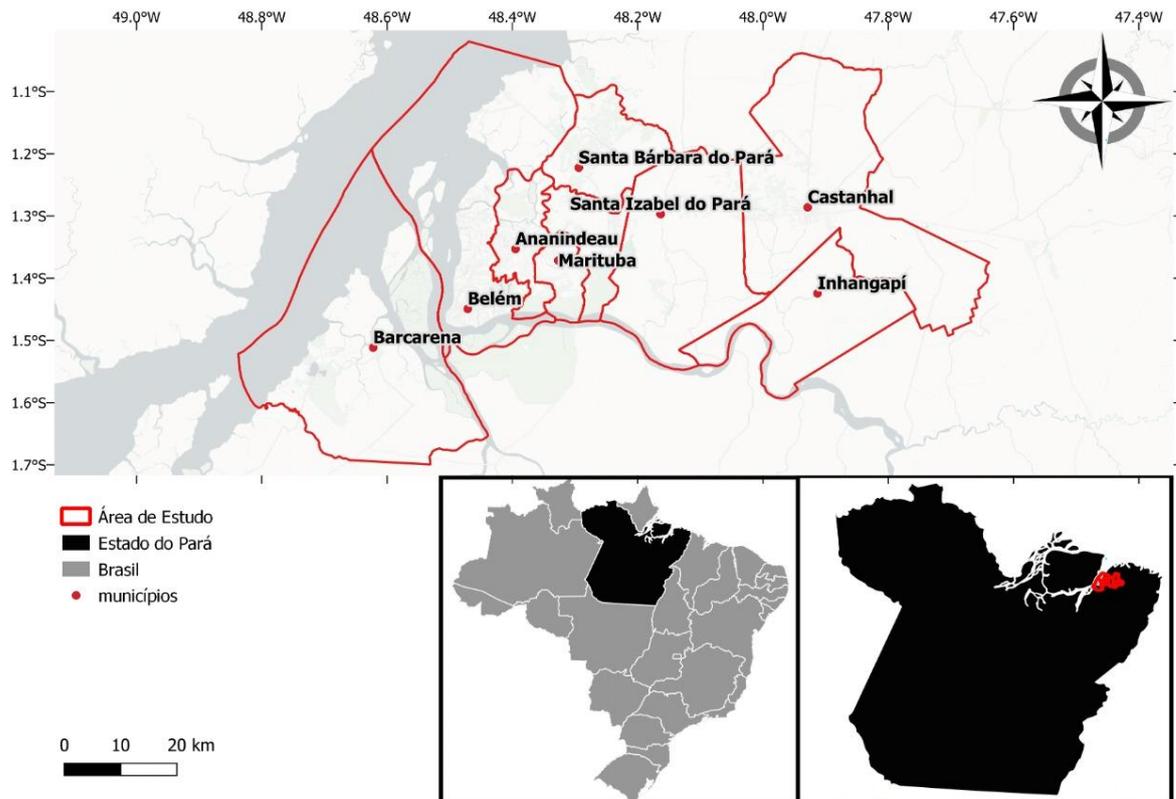
3.2 Materiais e Métodos

3.2.1 Área de Estudos

O estado do Pará se situa na Região Amazônica do Brasil, tendo uma área total 1.245.870,707 km² em 2020, possuindo uma população estimada de 8.777.124 habitantes em 2021. Com densidade demográfica de 7,04 hab/Km² aproximadamente, é o primeiro estado mais populoso da região norte, é composto por 144 municípios (IBGE, 2022).

Nos municípios do Pará, encontramos a área de estudos sendo a Mesorregião Metropolitana de Belém (Figura 6), contendo 9 municípios dentre eles Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides, Castanhal, Inhangapi, Marituba, Santa Barbará do Pará e Santa Isabel do Pará, onde juntos compõem uma área territorial de 5.349,146 km², com população estimada de 2.668.066 habitantes, e densidade demográfica de 498,78 hab/km², em 2020 (IBGE, 2022).

Figura 6 – Mesorregião Metropolitana de Belém no Pará, 2020



Fonte: Elaborado pela autora.

Verifica-se um processo de difusão urbana, que não se define necessariamente por uma malha contínua e que tende a extrapolar mesmo os limites do espaço metropolitano oficial, ainda que sob um modelo precarizado de urbanização, com espaços de exclusão social e de pobreza urbana (PEREIRA JUNIOR et al., 2021).

O setor econômico desta Mesorregião, é caracterizada pela área de comércio e serviços e por empregos ligados à administração pública, pela indústria e pela agropecuária. No entanto, o setor de serviços distributivos concentrava pouco mais de 24% do emprego formal em 2016, o que representava cerca de 125 mil vínculos, com mais de 56% desse total concentrado no comércio varejista, enquanto a construção civil concentrou cerca de 5% do total de vínculos formais da economia metropolitana, com aproximadamente 30 mil empregos para o ano (PONTES et al., 2014).

Quando se trata da injeção da quota do ICMS (25% arrecadado pelo Estado que é repartido entre os municípios), é a proporção do valor adicionado das operações referentes à circulação de mercadorias e nas prestações de serviços realizadas em seus territórios. Contudo,

outros critérios para definição dos índices da cota-parte são: população e geração de riqueza, avaliada pelo cálculo do valor adicionado, e uso de critérios ecológicos (PARÁ, 2022).

No entanto, em 2019, o PIB para o Estado do Pará foi de R\$ 178.377 (x1.000.000 R\$), enquanto da área de estudos, conseguiu representar 31% desta soma total do Estado, com R\$ 54.573 (x1.000 R\$). Contudo, o PIB é um indicador usado para expressar a economia da região, e auxilia a compreender um país, mas não expressa fatores, como distribuição de renda, qualidade de vida, educação e saúde (IBGE,2022).

Os municípios classificados com alta infraestrutura urbana acabam atraindo novos investimentos, concentração populacional mais qualificada, centros de negócios e aglomerações produtivas por conta da dotação de recursos infraestruturas e humanos (saneamento básico, energia elétrica, oferta de serviços de saúde e educação) essenciais para captar investimentos privados, a exemplo da instalação de agroindústrias, que têm capacidade de gerar empregos, renda, divisas, arrecadação para obras do município/Estado e possuem, ainda, a aptidão de alavancar relações intersetorial e de multiplicador de produção (REBELLO et al., 2021).

O órgão público deve se atentar para as cidades amazônicas, como os grupos sociais que dependem da natureza para a sua sobrevivência, onde a gestão pública precisa reconhecer a pluralidade de sua população e a necessidade de formulação de políticas territoriais, sociais e ambientais articuladas, de maneira que consigam sobrepor os interesses coletivos sobre os individuais, e a participação qualificada acima das estratégias de manipulação de massas (CARDOSO; MIRANDA, 2018).

Contudo, à medida que a densidade populacional aumenta, maior a conurbação, e maior a quantidade de lixo produzida, os recursos genéticos vegetais perdidos, parte da geração atual ou futura são privados de acesso a recursos e serviços ambientais, e ainda podemos considerar um aumento na quantidade de poluição, necessidade de geração de mais empregos, serviços e energia, entre outros fatores. Dessa forma observamos a importância da sustentabilidade urbana que vem para garantir um desenvolvimento urbano com consciência voltada ao futuro. A qual a governança local deve se atentar e proporcionar meios para que haja um desenvolvimento resiliente vislumbrando o aumento populacional com harmonia sustentável ao meio ambiente.

3.2.2 Dados

Nesta análise foram utilizados dados no período entre 2010; 2013; 2017 a 2020, a fim de observar o desempenho da sustentabilidade em âmbito do Desenvolvimento Urbano Sustentável para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

Para a elaboração da Matriz de Indicadores Sustentável Urbano (MASU), foram considerados aspectos de conceitualizações e diretrizes envolvendo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 30 (2015); os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável-Diretrizes e Metodologias (UNDESA, 2007); NBR ISO 37120 (2017), Cidades e Comunidades Sustentáveis; o Sistema de Índices de Sustentabilidade Urbana - SISU (Braga, 2006) e a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, onde se estabelece as diretrizes sobre o Saneamento Básico brasileiro.

A compreensão entre os conceitos, leis, critérios e seleção de indicadores resultou em uma nova abordagem analítica voltados aos aspectos da sustentabilidade metropolitana de uma região Amazônica, que poderá ser empregada em diversas regiões brasileiras, considerando apenas a parametrização de cada indicador.

Contudo a MASU, foi construída no Capítulo 2 desta pesquisa, onde a fonte de dados a ser utilizada serão as mesmas de coleta obtida, que foram selecionados em diferentes sites institucionais com dados abertos ao público.

3.2.3 Métodos

A Análise por Componente Principal (ACP) faz parte de uma classe de métodos estatísticos multivariados cujo propósito fundamental é definir a estrutura subjacente numa matriz de dados, ou seja, avalia as inter-relações (correlações) entre muitas variáveis, para se identificar grupos de variáveis que formam dimensões latentes chamados fatores (SANTANA et al., 2007).

Para se manter a heterogeneidade das informações métricas dentro do grupo de dados, foi viabilizado a padronização para se manter a sensibilidade. O *Score-Z* foi aplicado como o método de padronização para os indicadores, cuja fórmula pode ser verificada abaixo. Na transformação “z” todos os valores dos indicadores são transformados em valores padrão com uma média de 0 e um desvio padrão igual a 1 (TUWIEN, 2015). Dessa forma, a base de dados originais fora padronizada através da fórmula (1):

$$Z = (Y_i - \bar{Y}) / S^4 \quad (1)$$

Fonte: Gotelli et al. (2016).

Para a padronização, cada variável (indicador) foi subtraída sua média amostral do valor de cada observação daquela variável, e então dividir essa diferença pelo desvio-padrão amostral. Onde o resultado dessa transformação é chamado *escore-Z* e possui o papel de se controlar as diferenças em cada variável medida e compara as medidas que não estão nas mesmas unidades. No entanto, ao transformar as variáveis em formato padronizado sempre serão adimensionais (GOTELLI et al., 2016).

A padronização das variáveis antes de se operacionalizar as Componentes Principais, nos traz a própria matriz de covariância das variáveis padronizadas, que é a própria matriz de correlação das variáveis originais, admencionado-os. Pois com a padronização, todas as métricas das variáveis adquirem uma variância unitária, não havendo dominância direta de nenhuma delas.

Após a padronização, foi caracterizado padrões em relação aos indicadores para a Mesorregião Metropolitana de Belém (PA), importamos a matriz de dados padronizada, para a Plataforma Estatística *PAlaeontological STatistics* (PAST), que apurou as informações gerando as Correlações e variâncias das Análises dos Componentes Principais (ACP).

De acordo com Fávero e Belfiore (2017), a ACP possui quatro objetivos fundamentais, sendo:

- a) redução estrutural, isto é, identificar a existência de relações entre as variáveis originais para que seja possível formar os fatores que irão retratar a combinação linear destas variáveis;
- b) validade dos constructos, ou seja, averigua a legitimidade dos constructos inicialmente estabelecidos alocando cada variável original a seu fator;
- c) elaboração de rankings, feitos a partir dos fatores;
- d) ausência de multicolinearidade, isto é, a extração de fatores ortogonais para a utilização de técnicas multivariadas.

A redução de muitas variáveis a eixos que representam algumas variáveis agrupadas, sendo estes eixos perpendiculares (ortogonais) explicam a variação dos dados de forma decrescente e independente (HONGYU et al. 2015).

⁴ Nota: Z= *escore*; Y_i = valor do dado original; \bar{Y} = média; S= desvio padrão.

A matriz de cargas fatoriais mede a correlação entre os fatores comuns e as variáveis observáveis é determinada através da matriz de correlação. Para se determinar esta matriz estimou-se as pontuações fatoriais após a rotação ortogonal do fator inicial. Por definição, a pontuação fatorial situa cada observação no espaço dos fatores comuns. (SANTANA et al., 2007).

Na ACP, uma transformação ortogonal é obtida pela multiplicação de um vetor por um vetor ortogonal na matriz. Considerando um vetor para definir um ponto no espaço K -dimensional, uma transformação corresponde a uma rotação rígida dos eixos coordenados (também se o determinante for negativo), resultando em uma nova base para o espaço (WILKS, 2006).

A rotação ortogonal gera fatores não correlacionados entre si e que são interpretados a partir dos seus pesos (*loadings*), que variam de 0 ± 1 . O método Varimax minimiza o número de variáveis com elevados pesos num fator, de modo a que a solução para cada componente principal se aproxime de ± 1 se houver associação entre os componentes, ou de zero se houver ausência de associação (SANTANA et al., 2007).

Quanto aos coeficientes de ponderação e a análise de correlação das características para cada Componente Principal (CP) corrobora-se que, quanto maior o valor absoluto do coeficiente, mais relevante será a variável original no componente, ou seja, valores próximos de 1 ou -1 na escala de correlação (SILVA et al., 2021).

Diante disto, a análise fatorial pode ser usada para conseguir reduzir, ou resumir um número de dados, com uma perda mínima de informações, através de identificação das variáveis que representam um conjunto maior de variáveis ou, construção de um conjunto novo e menor de variáveis, o qual poderá substituir o conjunto original de tais variáveis (HAIR et al., 2009).

Ademais, o modelo de dados multivariados, podem ser quantitativos ou qualitativos, contínuos, ordenados ou categóricos. E consistem em uma ou mais variáveis independentes (preditoras) e duas ou mais variáveis dependentes (respostas). A distinção entre dados univariados e multivariados recai sobre como os dados são organizados e analisados, e não em como são coletados (GOTELLI et al., 2016).

Devido à própria forma de construção, a primeira Componente Principal (CP) é sempre a mais representativa, em termos da variância total, e a p -ésima é sempre a de menor representatividade (MINGOTI, 2005).

Assim, a ACP consegue agrupar indivíduos de acordo com sua variação, isto é, são agrupados segundo suas variâncias, ou seja, segundo seu comportamento dentro da população, representado pela variação do conjunto de características que o define. Além da análise

multivariada ter sido desenvolvida para resolver problemas como redução da dimensionalidade das variáveis, agrupando os indivíduos (observações) por suas similaridades, em diversas áreas do conhecimento (HONGYU et al. 2015).

Na operacionalização da ACP em uma nova matriz N é formada, tendo a linhas e a colunas ($a \times a$), um vetor não nulo \mathbf{v} que é chamado de eigenvector (ou autovetor) de N . E, $N\mathbf{v}$ que é um escalar múltiplo de \mathbf{v} , isto implica que $N\mathbf{v} = \lambda\mathbf{v}$. Então, o escalar λ será chamado de *eigenvalue* (ou autovalor), e então podemos dizer que \mathbf{v} é um eigenvector associado à λ (WILKS, 2006).

Aliás, para analisarmos as Componentes Principais (CPs), os dados originais serão produzidos pela operacionalização da ACP como novas variáveis com escalas espaciais ou temporais de acordo com a sequência dos dados. Sendo relacionadas, assim, um novo campo de variáveis agrupadas representativamente entre as CPs, que permitirão novas interpretações do conjunto de dados originais. Portanto, os indicadores serão considerados favoráveis a sustentabilidade quando as variáveis da CP forem positivas, e será desfavorável a sustentabilidade quando as variáveis da CP forem negativas.

Dependendo da mensuração, a quantidade de dois componentes (CP1 e CP2) são consideradas suficiente a análise, devido ao fato de apresentarem autovalores maiores que a unidade e por esses autovalores dos componentes resumirem a variação dos dados de forma eficiente (VIANA et al., 2021).

A análise do Diagrama de Dispersão, sendo considerado como plano cartesiano, que de acordo com Santos (2014), é quando duas retas se unem perpendiculares (ortogonal) entre si. E para se analisar os sinais, dependerá de um ponto P e sua intersecção dentro dos eixos (x,y). Aliás, as propriedades de um ponto e a sua posição em um quadrante ou um ponto qualquer no espaço ortogonal, sendo $P = (X_p, Y_p)$, pode-se analisar o sinal de acordo com seu par coordenado, como segue:

- a) $P \in 1^\circ$ Quadrante = $X_p \geq 0$ e $Y_p \geq 0$
- b) $P \in 2^\circ$ Quadrante = $X_p \leq 0$ e $Y_p \geq 0$
- c) $P \in 3^\circ$ Quadrante = $X_p \leq 0$ e $Y_p \leq 0$
- d) $P \in 4^\circ$ Quadrante = $X_p \geq 0$ e $Y_p \leq 0$

Dessa forma, ao observarmos a *intersecção* de um eixo (x,y), verificamos, conseqüentemente, o sentido do sinal da CP ao se posicionar espacialmente em um quadrante. O Quadro 10 demonstra a positividade ou negatividade (sinais e o sentido) dos Quadrantes (Q).

Quadro 10 – Relação de sentido e sinais ortogonal para a sustentabilidade.

Relação entre Sinais e o sentido no eixo (x,y)					Relação entre os sinais	Análise entre Sinal e Sustentabilidade	Quadrantes no Plano Ortogonal
Q1	+	→	+	→	Positivo	Quanto MAIOR a positividade, MAIOR será a sustentabilidade.	
Q2	-	←	+	→	Neutro	Percebemos a neutralidade quando há oposição de sentidos.	
Q3	-	←	-	←	Negativo	Quanto MAIOR a negatividade, MENOR será a sustentabilidade.	
Q4	+	→	-	←	Neutro	Percebemos a neutralidade quando há oposição de sentido.	

Fonte: Elaborado pela autora.

Analisar os Escores através do gráfico *Scatter Plot* (ou Diagrama de Dispersão), tem sido importante para se verificar a relação entre resultados espaciais para os indicadores e os municípios. Além de enxergar outros parâmetros na análise que é totalmente relevante para confirmar a veracidade das informações de cada cluster, visto que ambos foram criados de forma automática (TORCATE; BARBOSA, 2020).

Neste sentido, a análise da ACP para o diagrama de Dispersão será através dos sinais e sentidos dos quadrantes, que dependerá primeiramente da posição espacial dos autovalores e do peso dos autovetores, que as Componentes Principais (CPs) irão se assumir dentro dos Quadrantes. Para que assim, prossiga com análise da sustentabilidade vinculada. Sendo considerado nesta relação, apenas a análise dos Quadrantes 1 (totalmente positivo) e o Quadrante 3 (Totalmente Negativo) para alcançar a (in)sustentabilidade dos indicadores.

Ao se analisar os autovetores, podemos inferir que: quanto mais próximo ao eixo, menos representativo se expressa, devido a inclinação do ângulo entre a bissetriz traçada no plano cartesiano. Assim, em relação as cargas fatoriais próximas ao eixo indicam que a variável tem uma influência fraca no componente.

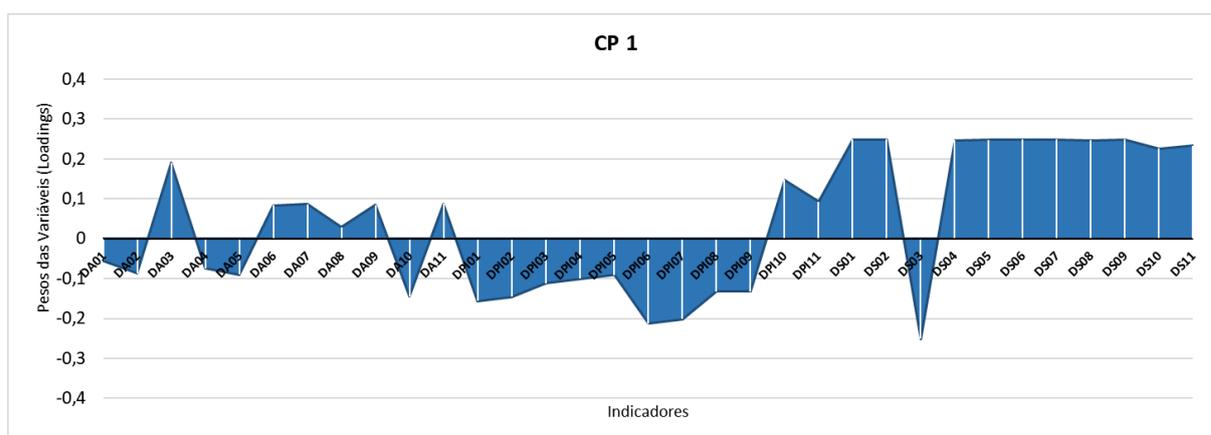
Diante dos índices já padronizados (score-z), os autovalores foram compostos pela matriz contendo 297 variáveis, que foram dispostos neste experimento, uma ordem de análise entre 9 linhas com as variáveis dos Municípios (nomes dos municípios) e em 33 colunas as variáveis dos indicadores (índices já padronizados). O experimento invertido, entre indicadores como linhas e municípios como colunas não apresentou resultados adequados para análise.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Análise entre os indicadores e o total dos municípios.

O Gráfico 4 exprime a análise da CP1, que foi capaz de proporcionar uma maior explicação dos dados, externando um percentual de 43% de análise.

Gráfico 4 - Variabilidade dos coeficientes da CP1 entre indicadores e total de municípios.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos resultados do software Past.

Os resultados da análise da CP1 (Gráfico 4) para a Mesorregião apresentou na Dimensão Ambiental uma variância de dados baixa, que demonstram 6 (seis) indicadores (DA03 – Categoria de Cobertura vegetal; DA06 – Categoria de Alterações Climáticas; DA07, DA08, DA09 – Categoria de Qualidade do Ar; e DA11 – Categoria de Consumo Elétrico) como favoráveis a sustentabilidade da região. Enquanto, 4 (quatro) indicadores apontam desfavoráveis (DA01, DA02 – categoria Cobertura vegetal, DA04 – categoria Quantidade de água; DA05 – Categoria de Alterações Climáticas), implicando em variáveis negativas a sustentabilidade, sendo mais acentuada em alguns grupos de indicadores.

Partindo deste resultado, os indicadores apontados como desfavoráveis são: a Floresta Municipal (%), Desflorestamento (%), Média anual da Precipitação acumulada (mm/ano), Média Anual da Temperatura do Ar (°C), que estão relacionados as questões do desmatamento em decorrência de fatores de remoção da floresta, seja para construção de hidrelétrica, expansão da agricultura e pastagens, expansão urbana, entre outros, e conseguem causar ameaças aos recursos naturais e consequente supressão da vegetação primária e/ou secundária da região. Ainda podemos citar que a mesorregião sofre com a cultura dos incêndios florestais antrópicos

que trazem cicatrizes na região, inibe a pluviosidade devido à redução da quantidade de vegetação deixando de lançar água para a atmosfera. (MOUTINHO, 2009).

Como consequência, ocorre uma forte supressão de nuvens em função da presença de aerossóis, onde as queimadas são responsáveis pela maior parte de CO² lançadas na atmosfera. O clima, por sua vez, que tende a ser o maior regulador dos ciclos biogeoquímicos, poderá afetar os elementos do solo, água e ar (BELTRÃO, 2008).

Ainda, tivemos resultados observados na CP 1 para a Dimensão Político-Institucional, apontaram apenas 2 (dois) indicadores DPI10, DPI11 (categoria Informação e participação política), favoráveis para a sustentabilidade urbana. E indica 9 (nove) indicadores –DPI01, DPI02, DPI03, DPI04 (categoria de Gestão pública); DPI05, DPI06, DPI07 (categoria de Gestão Ambiental Urbana); DPI08, DPI09 (categoria de Informação e participação política), com representatividade negativa para a região, implicando a necessitando de criação de ações públicas que atendam a gestão municipal.

Em relação aos indicadores apontados como desfavoráveis, verificamos que dos 9 (nove) indicadores pelo menos dois deles, pertencem a todas as categorias analisadas da Dimensão Político-Institucional implicando na insustentabilidade, desta, para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

A gestão pública é responsável pelo desenvolvimento urbano e econômico da cidade. Porém, a gestão precisa atentar aos aspectos gerais da sociedade, tendo um posicionamento de se cumprir ações e projetos que venham se posicionar na direção do desenvolvimento urbano, beneficiando a população da região (LIMA, 2007).

A ineficiência da gestão ambiental, causam impactos socioambiental, quando não existe gerenciamento na supressão da natureza, precisando buscar uma gestão mais racional, de maneira que não precise devastar o meio ambiente, assegurando a conservação e preservação do ambiental (GOES; MORALES, 2013).

A circulação de informações entre Instituição pública e sociedade, facilita a comunicação com as unidades públicas e ainda geram maior abrangência de acesso a população, além de aumentar a agilidade quanto a resolução de problemas nos órgãos públicos, atendendo as diretrizes da desburocratização dos serviços públicos. A Gestão pública, nesse sentido, deve se envolver na busca de meios de financiamento que possam suprir o avanço tecnológico local.

A implantação do Selo de Desburocratização e Simplificação (instituído pelo art. 7º, da Lei nº 13.726, de 8 de outubro de 2018) nos municípios, deve traduzir a racionalização de atos e procedimentos administrativos dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e do próprio Município. Isto se deve através da adoção de processos de melhoria na eliminação de

formalidades desnecessárias; redução do tempo de espera no atendimento dos serviços públicos e adoção de soluções tecnológicas ou organizacionais que possam ser replicadas em outras esferas da administração pública.

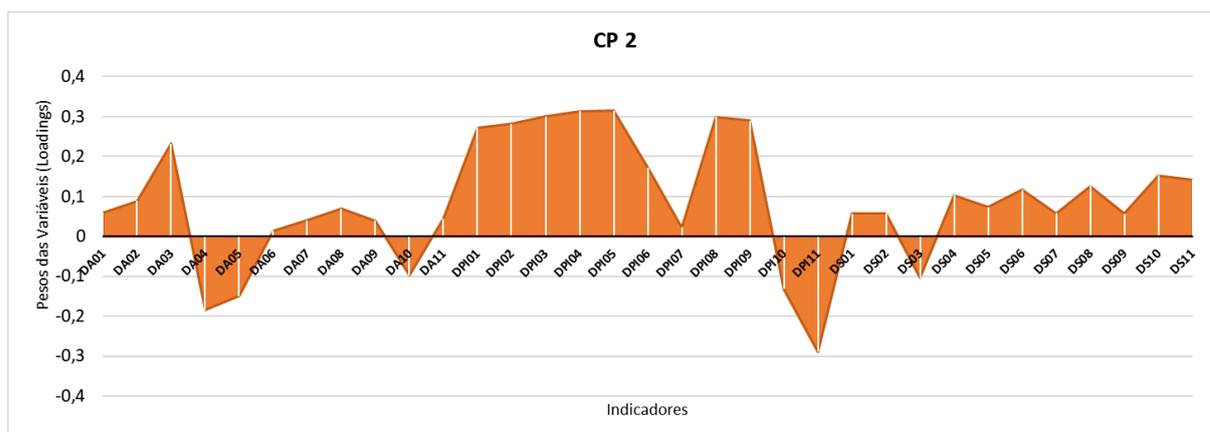
Na Dimensão Social os resultados apontaram a sustentabilidade de seus indicadores que dentre 10 (dez) dos 11 (onze) analisados são favoráveis (positivos) a mesorregião, exceto o indicador DS03 (Estimativa do Número de Domicílios Ocupados em áreas classificadas como aglomerados subnormais) da categoria Habitação adequada, que se mostra desfavorável para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

A desigualdade urbana passa pelos aglomerados subnormais, que possui necessidade de ampliar a oferta de infraestrutura que possa assegurar o crescimento econômico local, a partir das oportunidades de agregação de valor aos produtos da região. Fica evidente que não basta alavancar grande projetos (hidrelétricas, portos, mineração, entre outros) para a inserção competitiva da região. O papel estratégico dos investimentos em capital humano, social e institucional na região, principalmente a partir dos centros urbanos, precisa promover o desenvolvimento e a elevação do padrão de urbanização e qualidade de vida nos municípios paraenses (REBELLO et al., 2021).

A gestão política urbana é atribuição constitucional das administrações municipais, porém, a política pública tem revelado fragilidade, em alguns casos até ineficiência de sua regulação urbanística. Diante das contradições que se mostram na produção do espaço urbano, como se observa no caso do município de Marituba, tem se concretizado a partir da dinâmica do mercado de terras e da produção habitacional promovida por agentes privados, principalmente na última década (CATALÁ; CARMO, 2021).

O Gráfico 5 apresentada a CP2, esclarece 25% da variância dos dados. A qual apresenta maior correlação positiva entre os indicadores da Dimensão Político-Institucional.

Gráfico 5 - Variabilidade dos coeficientes da CP2 entre indicadores e total de municípios



Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos resultados do software Past.

Os resultados da análise da CP 2 (Gráfico 5), demonstram a Dimensão Ambiental com baixa intensidade de variância, incluindo 8 (oito) indicadores (DA01, DA02, DA03 – Categoria de Cobertura Vegetal; DA06 – Categoria de Alterações Climáticas; DA07, DA08, DA09 – Categoria de Qualidade do Ar; e DA11 – Categoria de Consumo energético), com correlações positivas sendo favoráveis a sustentabilidade, e apenas 3 (três) indicadores (DA4 – Quantidade de água; DA5 – Categoria de Alterações Climáticas; e DA10 – Categoria de Consumo energético), analisados negativos, sendo desfavoráveis a sustentabilidade da Mesorregião Metropolitana de Belém.

Entre os indicadores negativos estão: a Média anual da Precipitação acumulada (mm/ano), a Média Anual da Temperatura do Ar (°C) e A intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.). Os principais problemas que envolvem as mudanças climáticas e cidades são o aumento de temperatura, aumento no nível do mar, ilhas de calor, inundações, escassez de água e alimentos, entre outros.

A maioria das cidades brasileiras possuem problemas ambientais ligados aos padrões de desenvolvimento e mudança de uso e cobertura da terra. E, as cidades podem ser afetadas pela falta de energia pela indisponibilidade hídrica para geração de energia, pois no país está relacionado aos eventos de anomalias positivas ou negativas de precipitação (RIBEIRO; SANTOS, 2016).

Lazaroiu e Roscia (2012), constataram que as cidades consomem 75% da produção mundial de energia e geram 80% das emissões de CO², onde se precisam propor um modelo para computar os índices para uma cidade sustentável.

Dentre os 11 (onze) indicadores analisados da Dimensão Político-Institucional, a CP 2 (Gráfico 6) apontam 9 (nove) indicadores (DPI01, DPI02, DPI03, DPI04 – categoria de Gestão pública; DPI05, DPI06, DPI07 – categoria de Gestão Ambiental Urbana; DPI08, DPI09 – categoria de Informação e participação política), favoráveis a sustentabilidade. E apenas 2 (dois) indicadores (DPI10, DPI11 – categoria de Informação e participação política) com representatividade negativa para a sustentabilidade da Mesorregião.

Dos indicadores negativos temos: a Porcentagem de serviços urbanos solicitados *on line* e os Serviços públicos disponibilizados na página da internet do município. Que representam a categoria Informação e participação política, possuindo relação com a desburocratização da Instituição pública, em relação ao atendimento da sociedade.

A partir de um sistema integrado e automatizado, os setores da prefeitura podem ter uma comunicação mais direta com a população, desburocratizando o processo em abrir chamados para solucionar problemas nos bairros da cidade. Com isso, a comunicação se torna mais eficiente e direta, aumentando, por consequência, o nível geral de satisfação da população (MATOS; DEL VECHIO, 2020).

Em tempos de Pandemia, a regulamentação de ferramentas digitais se fez necessária, pela Lei da Desburocratização, que pode proporcionar mais celeridade e menos burocracia para as atividades realizadas pela administração pública. Com os avanços da tecnologia e da conectividade entre as ferramentas, as pessoas resolvem problemas de forma rápida com os diversos recursos disponíveis no smartphone, computadores e até em relógios digitais (CINTRA; FEDEL, 2019).

Investir em comunicação é, portanto, não apenas importante para melhorar os serviços, mas uma medida essencial para garantir uma conexão mais próxima com aqueles que sustentam a organização, seja do setor privado ou público. No entanto, quando o assunto é comunicação, a mesma organização que tenta, diariamente, tornar mais conhecidos seus produtos e serviços, pode acabar cometendo inúmeras falhas em termos de mau atendimento (MATOS; DEL VECHIO, 2020).

Enfim, os resultados da CP 3 apontam a Dimensão Social com amplitude de variância de dados baixa, abrangendo 10 (dez) indicadores favoráveis a sustentabilidade, exceto o indicador DS3 (Estimativa do Número de Domicílios Ocupados em áreas classificadas como aglomerados subnormais) analisado negativo na correlação para a Mesorregião.

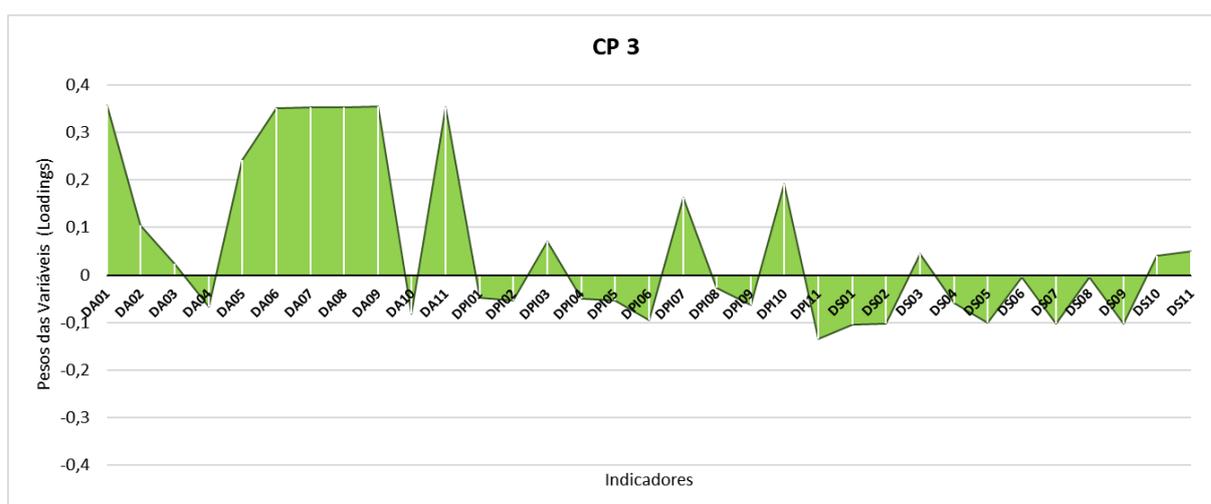
Catalá e Carmo (2021) citam que, os Investimentos em infraestrutura urbana ou em urbanização de favelas são mínimos, no qual se observa que Marituba é o município com maior percentual de assentamentos precários na RMB, alcançando 77% do total de domicílios em

2010, no entanto, o investimento em obras de urbanização de favelas e saneamento ambiental não alcançou 2% do total de investimentos previstos no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), programa federal que reúne ações dessa natureza.

Em Belém e nos demais municípios da Mesorregião, existe a urbanização “não-compensatória”, o que potencializa impactos negativos no âmbito ambiental e social. Substituiu-se a multifuncionalidade dos rios urbanos (pesca, mobilidade, sociabilidade) pelo paisagismo. Como também apresentam limitações, pois, não informam a origem dos fenômenos e suas causas de forma mais profunda, as razões da distribuição irregular no setor urbanos ou os interesses subjacentes ao beneficiamento de certas áreas em detrimento de outras. (CARDOSO; MIRANDA, 2018; PEREIRA JUNIOR, 2021).

O Gráfico 6, esclarece 21% da variância de dados, e apresenta a Dimensão Ambiental com maior magnitude de correlação positiva para a mesorregião.

Gráfico 6 - Variabilidade dos coeficientes da CP3 entre indicadores e total de municípios.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos resultados do software Past.

Os resultados da análise da CP 3 (Gráfico 6), indicam a Dimensão Ambiental com 9 (nove) indicadores (DA01, DA02, DA03 – categoria de Cobertura Vegetal; DA05, DA06 – categoria de Alterações Climáticas; DA07, DA08, DA09 – categoria de Qualidade do Ar; DA11 – categoria de Consumo Elétrico) favoráveis a sustentabilidade regional, abrangendo quase todas as categorias. E apenas 2 (dois) indicadores (DA04 – categoria de Quantidade de água; e DA10 – categoria de Consumo Elétrico) menos representativos para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

Os indicadores apontados negativos são: a Média anual da Precipitação acumulada (mm/ano) e a intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab). Nesse sentido, a elaboração e execução de um projeto de gerencia de água deve-se levar em consideração a preservação de nascentes, vegetação ciliar, conhecimentos hidráulicos, hidrologia e crescimento populacional e que o auxílio de programas computacionais possam auxiliar na construção de um projeto bem elaborado com o intuito de planejar e melhorar o desempenho hidráulico, operação diária, situações de cenários futuros e ainda criar medidas que possam reduzir os custos com energia elétrica (NOGUEIRA; VINAGRE, 2018).

Na Dimensão Político-Institucional, os resultados da CP 3 apontam apenas 3 (três) indicadores (DPI03 – categoria de Gestão pública; DPI07 – categoria de Gestão Ambiental Urbana; DPI10 – categoria de Informação e participação política) positivos a sustentabilidade da região. Enquanto, 8 (oito) indicadores (DPI01, DPI02, DPI04 – categoria de Gestão pública; DPI05, DPI06 – categoria de Gestão Ambiental Urbana; DPI08, DPI09, DPI11 – categoria de Informação e participação política), são analisados negatividade para a sustentabilidade da Mesorregião.

Nos municípios existem muitos desafios frente ao gerenciamento institucional, a Lei da Desburocratização vem sendo um amparo legal, para que os entes públicos adotem medidas a fim de avançar buscando novas tecnologias. A criação de leis e regras não é suficiente para garantir a efetiva modificação da gestão do serviço público. É necessário que haja uma reestruturação física e tecnológica nas estruturas da administração pública para se adequar ao novo conceito de eficiência na gestão dos serviços públicos, ao contrário, as regras serão apenas letras (CINTRA; FEDEL, 2019).

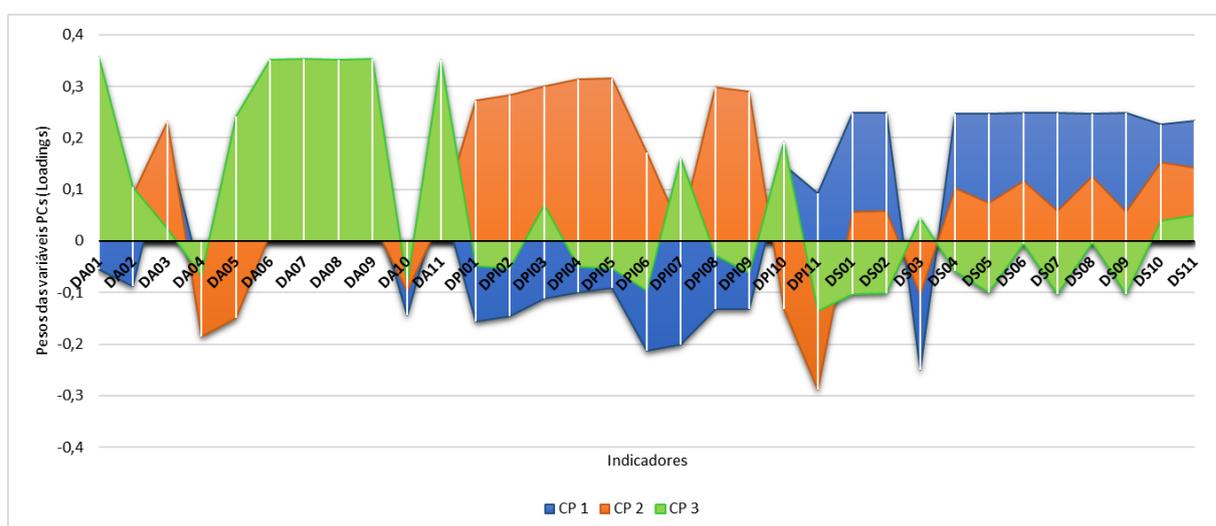
Por sua vez, os resultados da análise pela CP3 (Gráfico 7) da Dimensão social apresentam baixa amplitude de variância dos dados, e apontam apenas 3 (três) indicadores (DS03 – Habitação adequada; DS10 e DS11 – Abastecimento de Água Potável) favoráveis (positivos) a sustentável da região. Enquanto, 8 (oito) indicadores (DS01, DS02 – Condições de Vida; DS04, DS05, DS06 – Habitação adequada; DS07, DS08 – Esgotamento Sanitário; DS09 – Abastecimento de Água Potável), analisados desfavoráveis (negativos) a sustentabilidade da Mesorregião Metropolitana de Belém.

Um dos grandes desafios da gestão pública no Brasil, é o direito da sociedade a água potável frente a contextos urbanos e rurais acentuados de desigualdade, ainda existem enfrentamento de correntes neoliberais enraizadas em lugares e territórios, que visam fortalecer a relação da água como mercadoria.

A utilização da energia de fonte renovável, pode ser direcionada para sistemas hídricos, como os de bombeamento, drenagem, distribuição, purificação, aquecimento e armazenamento. estabelecem a energia como elemento fundamental para o uso da água nos mais diferentes níveis em um estabelecimento, destacando a intervenção da energia renovável no abastecimento de água (GONÇALVES et al., 2020).

Partindo destes resultados, temos o Gráfico 7 que demonstra a sobreposição entre as CP1, CP2 e CP3, dos Pesos das variáveis (*loadings*). Ao sobrepor as três CPs, verificamos que alguns indicadores foram evidenciados como favoráveis (indicando positividade para a região) e desfavoráveis (indicando negatividade para a região), em mais de uma CP.

Gráfico 7 - Variabilidade dos coeficientes da CP1, CP2 e CP3 entre indicadores e total de municípios



Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos resultados do software Past.

A partir do Gráfico 7, para melhor análise os indicadores foram sintetizados no Quadro 11, apresentando as CPs (CP1, CP2 e CP3), individualizando os indicadores Favoráveis e Desfavoráveis a Mesorregião Metropolitana de Belém.

Quadro 11- Síntese dos Indicadores Favoráveis e Desfavoráveis dos Componentes Principais (CPs).

DIMENSÃO	FAVORÁVEL (+)				DESAVORÁVEL (-)			
	CP1 (43%)	CP2 (25%)	CP3 (21%)	Quant. de Indicador Favorável	CP1 (43%)	CP2 (25%)	CP3 (21%)	Quant. de Indicador Desfavorável
Ambiental (DA)		DA02, DA03	DA02, DA03	2	DA10	DA4, DA10	DA4, DA10	2
Político- Institucional (DPI)		DPI03	DPI03	1	DPI1, DPI2, DPI4, DPI5, DPI6, DPI8, DPI9, DPI11		DPI, DPI2, DPI4, DPI5, DPI6, DPI8, DPI9, DPI11	8
Social (DS)	DS01, DS02, DS04, DS05, DS06, DS07, DS08, DS09, DS10, DS11	DS01, DS02, DS04, DS05, DS06, DS07, DS08, DS09, DS10, DS11	DS10, DS11	10	DS03	DS03		1

Fonte: Elaborado pela autora.

A análise dos resultados da Dimensão Ambiental, apontam apenas 2 (dois) indicadores DA02, DA03 (categoria Cobertura Vegetal) de 11 (onze), capazes de reproduzir aspectos sustentáveis para a Mesorregião Metropolitana de Belém. E os indicadores DA04 (categoria Quantidade de água) e DA10 (categoria Consumo energético) mostram representatividade negativa, diante a mesma análise.

Neste sentido, evidenciamos o indicador DA10 (a intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.)), analisado negativamente entre as três CPs, implicando no desperdício no consumo de energia elétrica na Mesorregião Metropolitana de Belém. O uso domiciliar de energia elétrica, nos municípios, tende a se modificar ao decorrer do tempo, por questão de renda familiar, por inserção de novos modelos de tecnologias de equipamentos, por mudanças na cultura de uso, pela modificação do consumo dos equipamentos, entre outros. Este setor apresenta alta dependência da rede de fornecimento, uma vez que 99,5% dos domicílios utilizam a energia elétrica proveniente das concessionárias (ABRAHÃO; SOUZA, 2021).

Uma solução ambiental para redução do impacto ambiental, será a ampliação do uso de energia elétrica renovável, limitando construções de geradores de distribuição de energias elétricas que destruam o meio ambiente, removam a população rural e comunidades tradicionais, como ocorre na construção das hidrelétricas, mesmo sendo considerada como fonte renovável de geração de energia. Pois a instalação de uma hidrelétrica promove o desmatamento, perda da biodiversidade nativa, além de alterar o clima e gerar devastação da área.

A sustentabilidade no setor, se traduz através da conservação e racionalização da energia elétrica, o que não significa redução do conforto e privações. O ato de conservar implica na transformação da sociedade do desperdício numa sociedade mais racional na utilização de seus recursos naturais. No mais, a conservação pode trazer a redução da necessidade de novas centrais de geração de energia elétrica, contribuindo para a preservação do meio ambiente (COSTA, 2018).

Na Dimensão Político-Institucional, apenas o indicador DPI03 está com correlação favorável a mesorregião, enquanto os 8 (oito) indicadores analisados negativos (DPI01, DPI02, DPI04, DPI05, DPI06, DPI08, DPI09, DPI11) que pertencem pelo menos 1 (um) indicador de cada categoria (Gestão Pública, Gestão Ambiental Urbana e Informação e participação política) analisada para mensurar a sustentabilidade da Mesorregião Metropolitana de Belém.

Neste contexto, a sustentabilidade está relacionada as diretrizes da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), que possui o objetivo de estimular as instituições públicas do país a implementarem boas práticas de sustentabilidade. A qual a área de meio ambiente afirma que uma ferramenta de avaliação (indicadores) pode ajudar a transformar a preocupação com sustentabilidade em uma ação pública consistente (BRASIL, 2022; BELLEN, 2004).

Por último, os resultados da dimensão social apontam 10 (dez) indicadores (DS01, DS02 – categoria de Condições de Vida; DS04, DS05, DS06 – Habitação adequada; DS07, DS08 – categoria de Esgotamento Sanitário; DS09, DS10, DS11 – categoria de Abastecimento de Água Potável) mais representativos (favoráveis) para a sustentabilidade. Exceto o indicador DS03, analisado negativamente (desfavorável) para a sustentabilidade da Mesorregião Metropolitana de Belém.

A partir destes resultados, ressaltamos sustentabilidade nos indicadores DS10 (Consumo médio de água per capita) e DS11 (Índice de atendimento urbano de água) que estão apresentando representatividade favoráveis para a mesorregião, na análise entre as três CPs. Nesse sentido, Carvalho e Miranda Rocha (2020) apontam em seus estudos, que mesmo o abastecimento de água apresente condições favoráveis, evidenciam a ineficiência da prestação de serviços e falta de condições sanitárias da água, sendo alguns dos problemas ambientais

enfrentados pela população, que causam impactos na saúde da população, especialmente dos grupos mais vulneráveis e de áreas mais pobres.

As condições sanitárias dos municípios estudados, em grande parte dos bairros não possuem rede coletora de esgoto, havendo apenas abastecimento de água e drenagem urbana, circunstâncias aparentemente comuns a população local. Embora tenham abastecimento de água, existem domicílios utilizando água de fonte particular (poço artesanal) para abastecimento individual (FEIO; GIRARD; MENDONÇA, 2014).

Partindo dos resultados apontados negativos, apenas o indicador DS03 (Estimativa do Número de Domicílios Ocupados em áreas classificadas como aglomerados subnormais) se destacou com menor representatividade de variância, sendo desfavorável a Mesorregião. Em relação a isto, a população mais pobre sofre com as consequências da “espoliação urbana”, fenômeno originado pela condição financeira da população que é exposta quando seu salário não é suficiente para o atendimento de necessidades básicas, como a moradia. O custo da habitação direciona, assim, os trabalhadores mais pobres (carentes) a locais distantes das “cidades formais” (KOWARICK, 2000).

Em suma, os resultados apresentados evidenciam a sustentabilidade dos indicadores da Dimensão Social, destacando os indicadores de “Consumo médio de água per capita” e o “Índice de atendimento urbano de água”, como os mais favoráveis para a região. Enquanto os indicadores da Dimensão Político-Institucional foram analisados como insustentável, destacando a “intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.)” como o menos desfavorável, para a Mesorregião Metropolitana de Belém. Devendo a gestão institucional pública priorizar ações e projetos de políticas públicas, capazes de desenvolver cidades com características mais sustentáveis, que absorvam demandas socioambientais.

3.3.2 Relação da sustentabilidade entre indicadores e municípios específicos

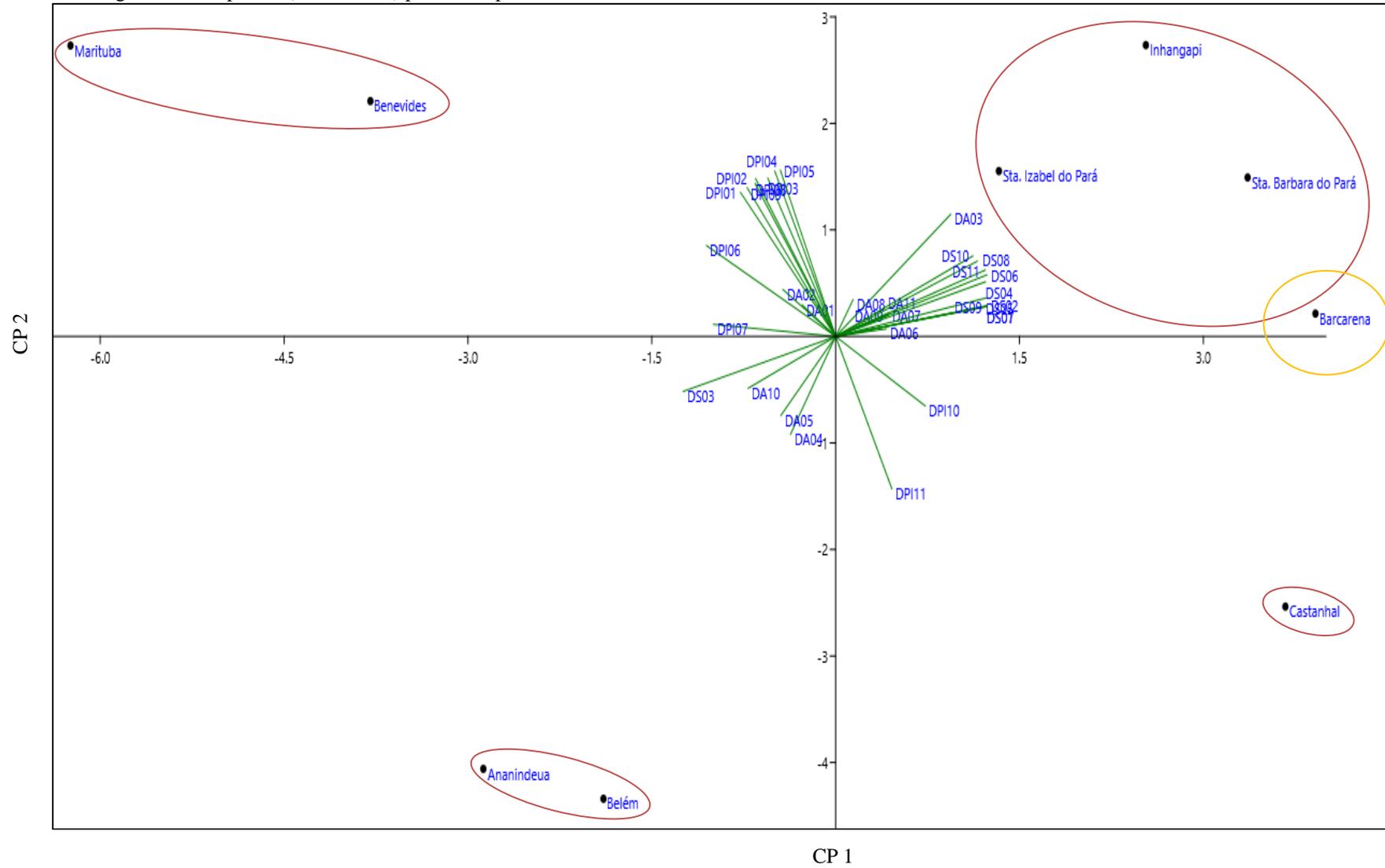
O Gráfico 8 demonstra os indicadores (autovalores e de autovetores) em relação aos municípios, onde verificamos espacialmente, a distribuição nos quadrantes, o CP 1 (43%) e o CP 2 (25%) que obtiveram a maior variabilidade entre os coeficientes.

Em relação aos escores, estes estão espacialmente localizados no Diagrama de Dispersão. A qual os agrupamentos dos municípios, pela ACP apresentam correlações similares entre si, possibilitando uma análise da sustentabilidade uma vez que os seus autovetores se apresentam através da distribuição dos indicadores, com uma variação amostral homogênea agrupadas em direções.

Os resultados dos quadrantes apontam o quadrante 1 (Q1), relacionada ao eixo x (CP1), evidenciando espacialmente os municípios de: Barcarena, Santa Barbara do Pará, Inhangapi e Santa Izabel do Pará, por análise de similaridades, sendo mensurados positivamente, tanto no eixo x (CP1) quanto no eixo y (CP2).

Por sua vez, no quadrante 2 (Q2) com indicadores negativas para CP1 (eixo x) e positivas para CP 2 (eixo y), temos os municípios Benevides e Marituba. E, no quadrante 3 (Q3) com indicadores CP1 (eixo x) negativa e CP2 (eixo y) negativo, temos os municípios de Belém e Ananindeua. Por último, o quadrante 4 (Q4), demonstra os indicadores da CP1 (eixo x) positiva e CP2 (eixo y) negativa, e temos apenas o município de Castanhal.

No Diagrama de Dispersão, demonstrado no gráfico 8, podemos observar no interior dos círculos vermelhos 3 agrupamentos de componentes (municípios) e 1 componente unitário (município), estes agrupamentos se formaram devido a contribuições similares, pois existem correlações altas entre seus indicadores.

Gráfico 8 - Diagrama de Dispersão (*Scatter Plot*) pelos Componentes CP1 e CP2.

Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos resultados do software PAST.

A partir dos resultados do Gráfico 8, temos a apresentação dos indicadores de forma sintetizada no Quadro 12. Apontando os autovetores (indicadores), enquanto o Gráfico 8 demonstra os autovalores (os escores) dos municípios, de maneira mais explícita.

Quadro 12 - Identificação indicadores nos Quadrantes do Diagrama de Dispersão.

Q1	DA03; DA06; DA07; DA08; DA09; DA11; DS01; DS02; DS04; DS05; DS06; DS07; DS08; DS09; DS10; DS11.
Q2	DA01; DA02; DPI01; DPI02; DPI03; DPI04; DPI05; DPI06; DPI07; DPI08; DPI09.
Q3	DS03; DA04; DA05; DA10.
Q4	DPI10; DPI11.

Fonte: Elaborado pela autora.

O quadrante 1 (Q1), evidencia 6 (seis) indicadores positivos de 11 (onze) analisados da Dimensão ambiental e 10 (dez) indicadores positivos da Dimensão Social de 11 (onze) analisados, implicando na sustentabilidade destas dimensões. Enquanto a Dimensão Político-Institucional evidenciada nos quadrantes 2 e 4 (Q2 e Q4), tiveram análises de covariâncias positivas e negativas, de acordo com critérios pré-definidos representam a nulidade, inferindo na insustentabilidade para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

Partindo destes resultados, destacamos o município de Barcarena (envolto pelo círculo laranja), devido apresentar a menor inclinação vetorial (mais próxima ao eixo da CP1) implicando em uma sustentabilidade com menor expressividade. Enquanto os demais, encontram-se mais dispersos espacialmente entre nos eixos (CP1 e CP2), destacando-se com mais representatividade sustentável.

Em suma, a amostra apresentou resultados com distribuição dispersa, agrupando os indicadores por similaridades, sendo distribuídos espacialmente entre os quadrantes. Evidenciando assim, sustentabilidade nos indicadores das Dimensões Ambiental e Social, destacando Desenvolvimento Sustentável nos municípios espacialmente localizados no Q1 (Barcarena, Santa Barbara do Pará, Inhangapi e Santa Isabel do Pará). E, insustentabilidade entre os indicadores da Dimensão Político-Institucional, destacando municípios distribuídos no Q3 (Belém e Ananindeua). Compete atenção dos órgãos governamentais para a Dimensão Político-Institucional, com baixa representatividade na correlação dos indicadores da Mesorregião Metropolitana de Belém.

3.4 Conclusão

Este capítulo, promoveu o atendimento do terceiro e do quarto objetivo específico, abrangendo a validação e análise da Matriz de Indicadores Sustentáveis Urbano (MASU), pela aplicação do método estatístico de Análise de Componentes Principais (ACP), que possibilitou o agrupamento dos indicadores em 3 (três) primeiros Componentes Principais (CPs) que explicam 89% da variabilidade total dos dados.

Os resultados evidenciaram os indicadores da Dimensão Social como sustentáveis, destacando o “Consumo médio de água per capita” e o “Índice de atendimento urbano de água”, como mais favoráveis a sustentabilidade. Enquanto os indicadores da Dimensão Político-Institucional foram mensurados como insustentáveis, apontando a “intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.)” como o indicador mais desfavorável para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

Quanto aos resultados de análise do Diagrama de Dispersão, foram evidenciados, de acordo com o sinal e sentido nos quadrantes, a existência de sustentabilidade no Q1. Destacando grande quantidade de indicadores que compõem as Dimensões Ambiental e Social, como sustentáveis para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

Partindo destes resultados, podemos ressaltar os municípios de Barcarena, Santa Barbara do Pará, Inhangapi e Santa Isabel do Pará, com maior Desenvolvimento Sustentável, atentando aos critérios de análise por proximidade espacial e maior positividade dos pontos nos eixos CP1 e CP2 (Diagrama de Dispersão), destacando o município de Barcarena com menor intensidade sustentável do Q1, pela inclinação vetorial ao eixo positivo da CP1.

Dessa forma, os resultados obtidos pela MASU apontaram análises realistas, capazes de identificar problemas regionais específicos, conseguindo orientar a gestão pública institucional na elaboração de políticas públicas mais eficazes que estejam voltadas ao político-institucional e ao socioambiental, visando a busca do equilíbrio no emprego de investimentos, para desenvolver cidades mais sustentáveis na Mesorregião Metropolitana de Belém.

Referências

- ABRAHÃO, K. C. F. J.; SOUZA, R. G. V. Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica. **Ambiente Construído**, v. 21, p. 383-408, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/MC5DNWHS46jH6hCKKtCzFCc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2022.
- BAUM, C. A.; GOLDENFUM, J. A. Ponderação de indicadores para gerenciamento de águas pluviais urbanas. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 24., 2021, Belo Horizonte. **Anais**. [recurso eletrônico]. Porto Alegre: ABRHidro, 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/233953/001135822.pdf?sequence=1>. Acesso em: 2 fev. 2022.
- BELLEN, H. M. V. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente e Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 67-88, 2004.
- BELTRÃO, J. C. **A influência do arco do desmatamento sobre o ciclo hidrológico da Amazônia**. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém, 2008. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/2925>. Acesso em: 11 jan. 2022.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda ambiental na administração pública – A3P**. MMA, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/agenda-ambiental-na-administracao-publica-a3p>. Acesso em: 11 set. 2022.
- CARDOSO, D. A. C.; MIRANDA, T. B. Invisibilidade social e produção do espaço subordinado em Belém (PA). **Paisagem e Ambiente**, n. 41, p. 85-107, 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/141265/149631>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- CARVALHO, A. C. L.; MIRANDA ROCHA, G. Análise dos Riscos e da Vulnerabilidade Socioambiental Urbana, face ao Desenvolvimento Desordenado e a Pressão aos Recursos Hídricos em Belém–PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 18127-18142, 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/8559>. Acesso em: 12 set. 2022.
- CATALÁ, L. S.; CARMO, R. L. O conceito de aglomerado subnormal do IBGE e a precariedade dos serviços básicos de infraestrutura urbana. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 38, 2021. Disponível em: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/336434/9805-10759-1-SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 fev. 2022.
- CINTRA, C. C. S.; FEDEL, I. R. Desburocratização: impactos na informatização e celeridade do serviço público. **Revista de Direito Administrativo e Gestão Pública**, p. 55-75, 2019. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/288182122.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.
- COSTA, M. D. A. O Administrador e o uso racional da energia elétrica. **Revista Eletrônica Ciências Empresariais**, v. 8, n. 12, p. 24-34, 2018. Disponível em:

[http://periodicos.unifil.br /index.php / r evista-empresarial/article/view/491/420](http://periodicos.unifil.br/index.php/r evista-empresarial/article/view/491/420). Acesso em: 22 ago. 2022.

COSTA FILHO, F. A. M. **Avaliação do licenciamento ambiental de grandes projetos de saneamento básico na Região Metropolitana de Belém-PA**. [S.l. : s.n.], 2019.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados**. 1. ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FEIO, V. F.; GIRARD, L.; MENDONÇA, N. Problemática da geração de efluentes oriundos do processamento de açaí na região metropolitana de Belém-PA. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 3, p. 3335-3340, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/13370/pdf>. Acesso em: 12 set. 2022.

GOES, G. A.; MORALES, A. G. Gestão pública e sustentabilidade: desafios, ações e possibilidades. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 4, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266559966> Gestao_publica e_sustentabilidade _desafios_acoes_e_possibilidades. Acesso em: 15 set. 2022.

GONÇALVES, P. V. S.; et al. O nexus energia-água na economia circular urbana: estudo de caso na cidade de Belém (PA), Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 308-326, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Vitor-Dutra-2/publication/340850497_O_NEXUS_ENERGIA-aGUA_NA_ECONOMIA_CIRCULAR_URBANA_ESTUDO_DE_CASO_NA_CIDADE_DE_BELEM_PA_BRASIL/links/5ea0d431a6fdcc88fc361203/O-NEXUS-ENERGIA-AGUA-NA-ECONOMIA-CIRCULAR-URBANA-ESTUDO-DE-CASO-NA-CIDADE-DE-BELEM-PA-BRASIL.pdf. Acesso em: 18 fev. 2022.

GOTELLI, N. J.; *et al.* **Princípios de estatística em ecologia**. [S.l.]: Artmed Editora, 2016. Disponível em: <https://www.livrebooks.com.br/livros/principios-de-estatistica-em-ecologia-nicholas-j-gotelli-aaron-m-ellison-bfjcdqaaqbaj/baixar-ebook>. Acesso em: 14 dez. 2021.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; JUNIOR, G. J. O. **Análise de componentes principais**: resumo teórico, aplicação e interpretação. E.S-Engineering and Science, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320646723_Analise_de_Componentes_Principais_Resumo_Teorico_Aplicacao_e_Interpretacao. Acesso em: 10 jun. 2022.

KOWARICK, L. **Escritos urbanos**. São Paulo: Ed.34, 2000.

LAZAROUIU, G.; ROSCIA, M. Definition methodology for the smart cities model. **Energy**. v. 47, n. 1, p. 326 – 332, 2012.

LIMA, P. D. B. **Excelência em gestão pública**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

MATOS, L. C.; DEL VECHIO, G. H. Comunicação e atendimento ao público: o uso da Internet e de aplicativos móveis para elevar o nível de serviços e estreitar o

relacionamento entre pessoas e organizações governamentais. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 55-66, 2020. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/862/> 522. Acesso em: 19 fev. 2022.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MOUTINHO, P. **Desmatamento na Amazônia: desafios para reduzir as emissões brasileiras**. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2009.

NOGUEIRA, M. H. P.; VINAGRE, M. V. A. Análise e simulação da influência da precipitação pluviométrica no sistema de produção de água de Belém-PA (Complexo Bolonha) com o uso do EPANET. **RCT-Revista de Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 7, 2018. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rct/article/view/4989/2539>. Acesso em: 1 fev. 2022.

PARÁ. Secretaria de Estado da Fazenda - SEFA. **Índices provisórios da cota-parte do ICMS para 2021**. 2020. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/21122/>. Acesso em: 09 jan. 2022.

PEREIRA JUNIOR, M. V.; *et al.* Metropolização brasileira: um estudo sobre a dinâmica e os indicadores socioespaciais das regiões metropolitanas de São Luís e Belém. **Novos Cadernos NAEA**, v. 24, n. 3, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/10525>. Acesso em: 15 fev. 2022.

PONTES, J. P. X.; *et al.* **Urbanização de assentamentos precários na Região Metropolitana de Belém: problemas de desenho e infraestrutura urbana. Práticas recentes de intervenções contemporâneas em cidades da América Latina**, 2014. Disponível em: <https://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/451>. Acesso em: 26 jan. 2022.

REBELLO, F. K.; *et al.* Padrão e determinantes da infraestrutura urbana dos municípios paraenses: standard and determinants of urban infrastructure of municipalities in Pará. **Desenvolvimento em Questão**, v. 19, n. 55, p. 267-284, 2021. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/11259>. Acesso em: 19 fev. 2022.

RIBEIRO, S. K.; SANTOS, A. S. **PBMC, 2016: mudanças climáticas e cidades - relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. PBMC, COPPE – UFRJ. 2016. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf. Acesso 18 ago. 2022.

SANTANA, A. C.; *et al.* O desempenho competitivo das empresas de polpa de frutas do APL de fruticultura do nordeste paraense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 43., 2005, Ribeirão Preto. **Anais**. Brasília, DF: Sober. 2005.

SILVA, C.O. F.; GOUVEIA, D. Avaliação da qualidade ambiental de corpos hídricos urbanos utilizando análise multivariada. **Revista Interações**, v. 20, n. 3, p. 947-958, 2019.

SILVA, J. H. C. S.; *et al.* Indicadores qualitativos do ambiente edáfico e serviços ecossistêmicos em diferentes sistemas de ocupação da terra. **Nativa**, v. 9, n. 5, p. 519-527, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/13079>. Acesso em: 3 fev. 2022

SOTTO, D.; *et al.* Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. **Estudos Avançados**, v. 33, p. 61-80, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/zxSGtbCVxzKVSfZnGs3DWct/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 nov. 2021.

TORCATE, A. S.; *et al.* Utilizando o Learning Analytics com o K-Means para análise de dificuldades de aprendizagem na educação básica. *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA*, 26., 2020, Natal, RN. **Anais...** Natal: SBC, 2020. p. 31-40. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/12595/12462>. Acesso em: 2 fev. 2022.

TUWIEN. **European smart cities model**. [S.l.]: Technische Universitat Wien, 2015. Disponível em: <http://www.smart-cities.eu/>. Acesso em: 18 fev. 2022.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs – UNDESA. **Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies**. 3. ed. New York, 2007. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=107&menu=1515>. Acesso em: 01 maio 2021.

VIANA, F. D. F.; *et al.* O perfil socioeconômico do estado do Ceará recebe uma cidade inteligente? Uma análise por meio dos componentes principais (ACP). **Revista Econômica do Nordeste**, v. 52, n. 3, p. 63-82, 2021. Disponível em: <https://www.banconordeste.gov.br/revista/index.php/ren/article/view/1218/894>. Acesso em: 3 fev. 2022.

WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences**. 2. ed. London: Academic Press, 2006. 649p.

ZAMBAM, N. J.; GOMES, D. O desafio da sustentabilidade urbana. **Revista Brasileira de Direito**, v. 7, n. 1, p. 39-60, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5120225>. Acesso em: 02 jan. 2022.

CAPÍTULO 4 CONCLUSÃO GERAL

4.1 Sugestões para Pesquisas Futuras

Para próximas pesquisas, sugere-se a utilização de um banco de dados maior, com maior quantidade de municípios, para ampliação das análises e se obter maior rendimento nos resultados. Além de experimentar a MASU de forma mais ampla, ou escolhendo municípios específicos ou outras mesorregiões. Ademais, através dos indicadores se consegue acompanhar a progressão do desenvolvimento sustentável dos municípios até mesmo de Estados, modulando as categorias e os Níveis de Sustentabilidade.

4.2 Considerações Finais

A partir dos capítulos 2 e 3, as análises que mostram resultados importantes da mensuração de indicadores para se subsidiar informações nas tomadas de decisões da Gestão Pública local.

A proposição de indicadores na elaboração da Matriz de Indicadores Sustentáveis Urbano (MASU), e sua validação, através de metodologias reconhecidas cientificamente, assegura a utilização de um novo sistema de indicadores que consiga mensurar as Dimensões Ambiental, Político-Institucional e Social, da região Amazônica, e de outras regiões.

No capítulo 2, promove atendimento do primeiro, segundo e terceiro objetivo específico, aplicando a metodologia Escalar de Likert (*adaptado*), evidenciando sustentabilidade nos indicadores da Dimensão Social como sustentáveis, destacando os municípios de Belém e Santa Bárbara do Pará com Nível sustentável para o Desenvolvimento sustentável urbano. Enquanto, os indicadores da Dimensão Ambiental e Político-Institucional demonstram insustentabilidade salientando os municípios de Marituba, Inhangapi e Castanhal com o Nível Insustentável para a Mesorregião Metropolitana de Belém. Inferindo necessidade de atuação pelos órgãos públicos, através de ações e projetos que possibilitem investimentos estruturais e o envolvimento da população local.

Ressaltamos que a sustentabilidade analisada neste capítulo, foi medida como “relativa”, por estar relacionada ao conjunto amostral de dados, indicando que um

município se encontra em melhor situação de infraestrutura urbana e utilização dos recursos naturais existentes que os demais.

No capítulo 3, abrange o atendimento do terceiro e o quarto objetivo específico, com aplicação do método ACP, evidenciando sustentabilidade dos indicadores da Dimensão Social, destacando os indicadores de “Consumo médio de água per capita” e o “Índice de atendimento urbano de água”, como favoráveis. E os indicadores da Dimensão Político-Institucional foram mensurados como insustentável, destacando o indicador da “intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.)” como o menos desfavorável, para a Mesorregião Metropolitana de Belém.

Partindo destes resultados, destacando a relação de sustentabilidade entre os indicadores e municípios, evidenciando os indicadores das Dimensões Ambiental e Social como sustentáveis, destacando Desenvolvimento Sustentável urbano nos municípios de Barcarena, Santa Barbara do Pará, Inhangapi e Santa Izabel do Pará (Q1). E, insustentabilidade entre os indicadores da Dimensão Político-Institucional, destacando municípios distribuídos no Belém e Ananindeua (Q3). É essencial a atenção da Gestão pública aos indicadores analisados insustentáveis, possuindo baixa representatividade na correlação dos dados na Mesorregião Metropolitana de Belém.

Analisando a relação dos resultados entre os capítulos 2 e 3, foram apontados os indicadores da Dimensão social como sustentável, à medida que os indicadores da dimensão Político-Institucional estão insustentáveis, para a Mesorregião Metropolitana de Belém. Necessitando de atenção da Gestão pública, nesta dimensão a fim de elevar o desempenho dos indicadores para que venha contribuir eficientemente para sociedade.

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a ABNT NBR ISO 37122 (2017), contribuíram neste estudo dando orientação a fundamentação quanto a seleção dos indicadores que compõem a MASU, que consigam mensurar perspectivas positivas ou negativas em relação aos municípios. Atualmente, os indicadores produzidos pela ODS contemplam apenas algumas nações (países), e não se mensura aspectos regionais, expondo suas particularidades.

Dessa forma, os resultados obtidos pela MASU identificamos análises realistas, apontando aos problemas locais específicos, conseguindo gerar subsídios informacionais a Gestão pública, a fim de que consigam promover políticas públicas eficazes, voltadas ao político-institucional e ao socioambiental, agregando o uso sustentável dos recursos naturais, e obtenção do equilíbrio no emprego de investimentos que contribuam no Desenvolvimento Sustentável Urbano da Mesorregião Metropolitana de Belém.

Referências

ACSERALD, H. Discursos da sustentabilidade urbana. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Campinas, n. 1, maio 1999. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/27>. Acesso em: 2 abr. 2021.

BELÉM. Prefeitura Municipal. **Revisão do Plano Diretor dos Municípios de Belém:** dados da cidade. Disponível em: <http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/paginas/brasao.php>. Acesso em 15 nov. 2021.

BELLEN, H. M. V. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 67-88, 2004.

BRAGA, T. Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes nas Regiões Metropolitanas de São Paulo e Belo Horizonte. **Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales (EURE)**, v. 32, n. 96, p. 47-71, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.cl/pdf/eure/v32n96/art04.pdf>. Acesso em 02 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 jul. 2001, p. 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em: 12 nov. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Global**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-Global.html>. Acesso em: 20 jan. 2022.

CALLEJAS I. J. *et al.* Pavimentação asfáltica: contribuição da pavimentação asfáltica para o aquecimento de áreas urbanas. **E&S - Engineering and Science**, 2015. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/eng/article/view/2555>. Acesso em: 10 abr. 2021.

FERNANDES, D. A. *et al.* **A metrópole Belém na transição econômica:** estrutura produtiva e mercado de trabalho. Belém: transformações na ordem urbana. Rio de Janeiro: Observatório das metrópoles: Letra capital, 2015. cap. 4, p. 89-120. Disponível em: <Http://livroaberto.ufpa.br/jspui/handle/prefix/377>. Acesso em: 02 out. 2021.

FONSECA, A. G. M. **Índice de sustentabilidade municipal:** um instrumento de avaliação da qualidade de vida nos municípios brasileiros. 2010. 217 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, 2010. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/7941>. Acesso em: 14. fev. 2021

FRAGAS, E. G. C.; CORRÊA, S. R. S. Acordos internacionais para o desenvolvimento com sustentabilidade. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, 2019. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/desenvolvimento-sustentabilidade.html> //hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1904 desenvolvimento-sustentabilidadehttps://www.eumed.net/rev/caribe/2019/04/desenvolvimento-sustentabilidade.html#_ftn10. Acesso em: 08 jan. 2022.

FREITAS, J. S. *et al.* Análise da diversidade socioeconômica no município de Inhangapi. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 7., 2015, Santa Cruz do Sul, RS. **Anais [...]**. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/view/13405/2571>. Acesso em: 12 jan. 2021.

GALLI, A. **Educação ambiental como instrumento para o desenvolvimento sustentável**. 2007. 301f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/teste/arqs/cp032637.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2021.

HARDT, L. P. A. **Subsídios ao planejamento de sistemas de áreas verdes baseado em princípios de ecologia urbana: aplicação à Curitiba - PR**. 1994. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR APPLIED SYSTEMS ANALYSIS – IIASA. **TWI2050 Report: transformations to achieve the sustainable development goals**. 2020. Disponível em: <https://previous.iiasa.ac.at/web/home/research/twi/TWI2050.html>. Acesso em: 10 abr. 2022.

LEFF, E. La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable: economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. In: DEBATES Neoliberalismo de guerra y recursos naturales. **OSAL**, ano VI, n. 17, maio-ago. 2005.

MARQUES, P. R. V. **A reestruturação industrial e a questão ambiental: estudo de caso em uma empresa de médio porte**. 2005. Dissertação (mestrado) - Centro Universitário de Araquara. 2005.

MARTINS, M. D. F.; CÂNDIDO, G. A. Análise da sustentabilidade urbana no contexto das cidades: proposição de critérios e indicadores. **ENANPAD**, n. 27, 2013. Disponível em: http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GCT2482.pdf. Acesso em: 10 set. 2021.

MARTINS, M. F.; CÂNDIDO, G. A. **Índice de Desenvolvimento Sustentável para Cidades (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba**. João Pessoa: Sebrae, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272777408_INDICES_DE_desenvolvimento_sustentavel_para_localidades_uma_proposta_metodologica_de_construcao_e_analise/link/571a91f908aee3ddc568f91c/download. Acesso em: 20 maio 2022.

MARTINS, M. F.; *et al.* Sustentabilidade urbana: mensuração, avaliação e monitoramento da qualidade do desenvolvimento urbano da cidade de Lagoa Seca-PB. In: ANDRADE, Darly. **Sustentabilidade e responsabilidade social em foco**. Belo Horizonte - MG: Poisson, 2018, 271p. p. 100-115. Disponível em: <https://www.poisson.com.br/livros/sustentabilidade/foco4/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

MONTEIRO, S. C. M.; KRUGER, S. D. Análise comparativa dos indicadores de desempenho sustentável dos municípios da região da AMNOROESTE em relação aos

maiores e menores indicadores do estado. **Secretaria de Estado de Educação de Santa Catarina**. Santa Catarina, 2017. Disponível em: <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Simone-Cristina-De-Marco-Monteiro-Artigo.pdf>. Acesso em 21 abr. 2021.

MOREIRA, F. S. A.; VITORINO, M. I. Relação de áreas verdes e temperatura da superfície para a cidade de Belém. **Papers do NAEA**, v. 369, p. 1-25, 2017. Disponível em: <http://docplayer.com.br/73195053-Relacao-de-areas-verdes-e-temperatura-da-superficie-para-a-cidade-de-belem.html>. Acesso em: 21 abr. 2021.

MUELLER, C. *et al.* **Referencial básico para a construção de um sistema de indicadores urbanos**. Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 1997.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL - ONU Brasil. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 maio 2021.

PERALTA, C. E. A justiça ecológica como novo paradigma da sociedade de risco contemporânea. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 1, n. 1, jan./jun. p. 251- 271. 2011.

PEREIRA, F. S.; VIEIRA, I. C. G. Expansão urbana da Região Metropolitana de Belém sob a ótica de um sistema de índices de sustentabilidade. **Revista Ambiente & Água**, v.11, p. 731-744, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/PGkfrVNkHt54FB4nGQJss8d/?lang=p t&format=html>. Acesso em: 21 dez. 2022.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **O que é desenvolvimento humano**. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-desenvolvimento-humano.html>. Acesso em: 02 maio 2021.

QUEIROZ, F. A. Meio ambiente e comércio na agenda internacional. A questão ambiental nas questões da OMC e dos blocos econômicos regionais. **Ambiente & Sociedade**, v. VIII, n. 2, jul./dez. 2005.

ROSELAND, M. Dimensions of the eco-city. **Cities**, v. 14, n. 4, p. 197-202, 1997. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/222495799_Dimensions_of_the_eco-city. Acesso em: 14 abr. 2021

SANTOS, D. M. C.; MEDEIROS, T. A. Desenvolvimento sustentável e agenda 21 brasileira. **Ciência Atual**, v. 15, p. 10-27, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Medina-Correa-Santos/publication/339181696_DESENVOLVIMENTO_SUSTENTAVEL_E_AGENDA_21_BRASILEIRA/links/5e43049c92851c7f7f2fac94/DESENVOLVIMENTO-SUSTENTAVEL-E-AGENDA-21-BRASILEIRA.pdf. Acesso em: 14 fev. 2022.

SLAPER, T. F.; HALL, T. J. The triple bottom line: what is it and how does it work?. **Indiana Business Review**, v. 86, n. 1, Spring 2011. Disponível em: <https://www.ibrc.indiana.edu/ibr/2011/spring/pdfs/article2.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

SOUZA, M. C. S. A.; MAFRA, J. R. **A sustentabilidade e seus reflexos dimensionais na avaliação ambiental estratégica**: o ciclo do equilíbrio do bem estar. CONPEDI. p. 4. 2014. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=ec82bd533b0033cb>. Acesso em: 03 jan. 2022.

SOUZA, M. C. S. A. *et al.* Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade: evolução epistemológica na necessária diferenciação entre os conceitos. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 3, n. 2, p. 17-35, 2017. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/2437> . Acesso em: 12 jan. 2022.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO - TCU. **Governança pública municipal**: transformando sua administração. Instituto Latino-Americano de Governança e Compliance Público, coordenação. 1. ed. Brasília, DF: NT Editora, 2020. Disponível em: https://portal.tcu.gov.br/data/files/61/A7/41/87/4E9F771072725D77E18818A8/Cartilha%20Governanca_compressed%20_1_.pdf. Acesso em: 03 jan. 2022.

UNITED NATIONS - UN. **Sustainable development goals**. Resolution adopted by the General Assembly. 6 July 2017. Disponível em: <https://undocs.org/A/RES/71/313>. Acesso em: 15 maio 2021.

APÊNDICE A – Cálculos Estatísticos.

SIGLA DO INDICADOR	INDICADORES DA DIMENSÃO AMBIENTAL	INDICADOR MÁXIMO	INDICADOR MÍNIMO	AMPLITUDE TOTAL	AMPLITUDE DO INTERVALO	PARÂMETRO PARA ANÁLISE
DA01	Floresta Municipal (%)	42,86	12,16	30,70	6,14	Quanto maior, melhor. (+)
DA02	Desflorestamento (%)	87,74	23,57	64,17	12,83	Quanto menor, melhor. (-)
DA03	Área verde por habitante (m ² /hab)	9763,09	148,07	9615,02	1923,00	Quanto maior, melhor. (+)
DA04	Média anual da Precipitação acumulada (mm/ano)	7,52	5,82	1,70	0,34	Quanto maior, melhor. (+)
DA05	Média Anual da Temperatura do Ar (°C)	26,26	25,57	0,69	0,14	Quanto menor, melhor. (-)
DA06	Emissão Geral de Gases do Efeito Estufa [toneladas (t) de CO ₂ e (GWP-AR5)] <i>per capita</i>	16,22	1,19	15,02	3,00	Quanto menor, melhor. (-)
DA07	Frota de veículos <i>per capita</i>	0,41	0,14	0,27	0,05	Quanto menor, melhor. (-)
DA08	Média da Concentração de partículas finas (PM _{2.5}) em suspensão em (µg/m ³)	19,06	16,03	3,03	0,61	Quanto menor, melhor. (-)
DA09	Remoção Geral de Gases do Efeito Estufa [tCO ₂ e (GWP-AR5)] <i>per capita</i>	-0,02	-7,51	7,49	1,50	Quanto maior, melhor. (+)
DA10	A intensidade no uso energético domiciliar (KWh/hab.)	1929,32	628,04	1301,28	260,26	Quanto menor, melhor. (-)
DA11	Índice de Intensidade Energética - Industrial [kWh / (x 1000) R\$]	2,75	0,18	2,57	0,51	Quanto menor, melhor. (-)
SIGLA DO INDICADOR	INDICADORES DA DIMENSÃO SOCIAL	INDICADOR MÁXIMO	INDICADOR MÍNIMO	AMPLITUDE TOTAL	AMPLITUDE DO INTERVALO	PARÂMETRO PARA ANÁLISE
DS01	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	0,746	0,572	0,174	0,035	Quanto maior, melhor. (+)
DS02	internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (%)	6,000	0,770	5,230	1,046	Quanto menor, melhor. (-)
DS03	Estimativa do Número de Domicílios Ocupados em áreas classificadas como aglomerados subnormais	225577,00	275,00	225302,00	45060,40	Quanto menor, melhor. (-)

DS04	Estimativa do Número de Domicílios Ocupados	406512,00	2675,00	403837,00	80767,40	Quanto menor, melhor. (-)
DS05	Percentual da estimativa do Número de Domicílios Ocupados em aglomerados subnormais sobre o total de domicílios (%)	61,21	4,71	56,50	11,30	Quanto menor, melhor. (-)
DS06	O inverso da taxa de habitações subnormais (%)	94,80	38,79	56,01	11,20	Quanto menor, melhor. (-)
DS07	Atendimento de Esgoto Com Coleta e Sem Tratamento (%)	11,30	1,12	10,18	2,04	Quanto maior, melhor. (+)
DS08	Atendimento de Esgoto Sem Coleta e Sem Tratamento (%)	90,23	44,74	45,49	9,10	Quanto maior, melhor. (+)
DS09	Rede de distribuição com Estação/Unidade de Tratamento de água	1,00	0,00	1,00	0,20	Quanto maior, melhor. (+)
DS10	Consumo médio de água <i>per capita</i>	307,60	82,30	225,30	45,06	Quanto menor, melhor. (-)
DS11	Índice de atendimento urbano de água	100,00	28,10	71,90	14,38	Quanto maior, melhor. (+)
SIGLA DO INDICADOR	INDICADORES DA DIMENSÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL	INDICADOR MÁXIMO	INDICADOR MÍNIMO	AMPLITUDE TOTAL	AMPLITUDE DO INTERVALO	PARÂMETRO PARA ANÁLISE
DPI01	Autonomia	1,00	0,00	1,00	0,20	Quanto maior, melhor. (+)
DPI02	Gastos com Pessoal	1,00	0,05	0,95	0,19	Quanto menor, melhor. (-)
DPI03	Grau de informatização da máquina pública local	100,00	75,00	25,00	5,00	Quanto maior, melhor. (+)
DPI04	Existência de Conselho Municipal da cidade e/ou de Desenvolvimento Urbano	1,00	0,00	1,00	0,20	Quanto maior, melhor. (+)
DPI05	Existência de Conselho Municipal de Meio Ambiente	1,00	0,00	1,00	0,20	Quanto maior, melhor. (+)
DPI06	Unidades de conservação municipal (und.)	4,00	0,00	4,00	0,80	Quanto maior, melhor. (+)
DPI07	Presença de entidades ambientalistas registradas no Cadastro Nacional de Entidades Ambientalistas (CNEA)	8,00	0,00	8,00	1,60	Quanto maior, melhor. (+)
DPI08	Participação político eleitoral (%)	0,78	0,57	0,21	0,04	Quanto maior, melhor. (+)
DPI09	Desenvolve programa ou ação de inclusão digital.	1,00	0,00	1,00	0,20	Quanto maior, melhor. (+)

DPI10	Porcentagem de serviços urbanos solicitados on line (%).	50,00	16,67	33,33	6,67	Quanto maior, melhor. (+)
DPI11	Serviços públicos disponibilizados na página da internet do município (%).	88,89	16,67	72,22	14,44	Quanto maior, melhor. (+)

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE B – Escala de Distribuição de Dados.

	NÍVEL	INSUSTENTÁVEL		POTENCIALMENTE INSUSTENTÁVEL		TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL		POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL		SUSTENTÁVEL	
	PESO	1		2		3		4		5	
Indicadores da Dimensão Ambiental	DA01	12,16	18,30	18,31	24,45	24,46	30,6	30,61	36,75	36,76	42,86
	DA02	87,74	74,91	74,90	62,06	62,05	49,22	49,21	36,37	36,36	23,57
	DA03	148,07	2071,08	2071,09	3994,09	3994,10	5917,10	5917,11	7840,12	7840,13	9763,09
	DA04	5,82	6,16	6,17	6,51	6,52	6,86	6,87	7,21	7,22	7,52
	DA05	26,26	26,12	26,11	25,97	25,96	25,83	25,82	25,68	25,67	25,57
	DA06	16,22	13,21	13,20	10,20	10,19	7,18	7,17	4,17	4,16	1,19
	DA07	0,41	0,36	0,35	0,29	0,28	0,23	0,22	0,17	0,16	0,14
	DA08	19,06	18,45	18,44	17,84	17,83	17,22	17,21	16,61	16,60	16,03
	DA09	-7,51	-6,01	-6,00	-4,50	-4,49	-3,00	-2,99	-1,49	-1,48	-0,02
	DA10	1.929,32	1.669,06	1.669,05	1.408,80	1.408,79	1.148,53	1.148,52	888,26	888,25	628,04
	DA11	2,75	2,24	2,23	1,71	1,70	1,19	1,18	0,66	0,65	0,18
Indicadores da Dimensão Social	DS01	0,57	0,61	0,62	0,65	0,66	0,70	0,71	0,74	0,75	0,75
	DS02	6,00	4,95	4,94	3,90	3,89	2,84	2,83	1,79	1,78	0,77
	DS03	225577	180.516,60	180.516,59	135.456,19	135.456,18	90.395,78	90.395,77	45.335,37	45.335,36	275
	DS04	406512	325.745	325.745	244.977	244.977	164.210	164.210	83.442	83.442	2675
	DS05	61,21	49,91	49,90	49,89	49,88	38,58	38,57	27,27	27,26	4,706
	DS06	94,80	83,60	83,59	72,39	72,38	61,18	61,17	49,97	49,96	38,79
	DS07	1,12	3,16	3,17	5,20	5,21	7,25	7,26	9,29	9,30	11,30
	DS08	44,74	53,84	53,85	62,95	62,96	72,05	72,06	81,16	81,17	90,23
	DS09	0,00	0,20	0,21	0,41	0,40	0,60	0,61	0,81	0,82	1,00
	DS10	307,60	262,54	262,53	217,47	217,46	172,40	172,39	127,33	127,32	82,30

	DS11	28,10	42,48	42,49	56,87	56,88	71,26	71,27	85,65	85,66	100,00
Indicadores da Dimensão Político-Institucional	DPI01	0,005	0,20	0,21	0,41	0,42	0,62	0,63	0,83	0,84	1
	DPI02	1,00	0,81	0,80	0,61	0,60	0,41	0,40	0,21	0,20	0,05
	DPI03	75	80	80,01	85,01	85,02	90,02	90,03	95,03	95,04	100
	DPI04	0	0,20	0,21	0,41	0,42	0,62	0,63	0,83	0,84	1
	DPI05	0	0,20	0,21	0,41	0,42	0,62	0,63	0,83	0,84	1
	DPI06	0	0,80	0,81	1,61	1,62	2,42	2,43	3,23	3,24	4
	DPI07	0	1,60	1,61	3,21	3,22	4,82	4,83	6,43	6,44	8
	DPI08	0,57	0,61	0,62	0,66	0,67	0,71	0,72	0,76	0,77	0,78
	DPI09	0	0,20	0,21	0,41	0,42	0,62	0,63	0,83	0,84	1
	DPI10	16,67	23,33	23,34	30,01	30,02	36,69	36,70	43,36	43,37	50
	DPI11	16,67	31,11	31,12	45,57	45,58	60,02	60,03	74,47	74,48	88,89

Fonte: Elaborado pela autora.⁵

⁵ Nota: A variação de casa decimal entre classes é 0,01.

APÊNDICE C – Análise dos Pesos dos Indicadores por Dimensão

DIMENSÃO AMBIENTAL (DA)																		
Indicador	Ananindeua		Barcarena		Belém		Benevides		Castanhal		Inhangapi		Marituba		Sta. Barbara do Pará		Sta. Isabel do Pará	
	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO
DA-1	42,86	5	34,17	4	21,44	2	29,05	3	12,16	1	24,33	2	28,33	3	35,27	5	21,79	2
DA-2	47,19	4	25,59	5	23,57	5	66,56	2	87,74	1	68,95	2	64,08	2	57,71	3	74,75	2
DA-3	148,07	1	3540,19	2	152,97	1	860,93	1	618,45	1	9763,09	5	222,91	1	4587,63	3	2184,11	2
DA-4	6,26	2	6,71	4	7,52	5	6,61	2	5,82	1	6,55	3	6,61	3	6,93	4	6,21	2
DA-5	26,26	1	25,99	3	25,84	3	25,67	3	25,64	5	25,61	5	25,67	5	25,85	2	25,57	2
DA-6	1,62	5	16,22	1	1,19	5	3,76	5	3,25	5	15,75	1	1,89	5	3,2	5	5,12	4
DA-7	0,29	2	0,26	3	0,32	2	0,25	3	0,41	1	0,14	5	0,22	4	0,17	4	0,3	2
DA-8	17,14	4	16,03	5	17,01	4	18,5	1	16,27	5	16,36	5	17,14	4	18,54	1	19,06	1
DA-9	-0,02	5	-0,81	5	-0,02	5	-0,63	5	-1,17	5	-7,51	1	-0,2	5	-2,88	4	-2,21	4
DA-10	999,34	4	1929,32	1	1454,15	2	1483,54	2	1268,23	3	667,73	5	772,58	5	628,04	5	1309,83	4
DA-11	0,76	4	0,18	5	0,57	5	0,8	4	1,1	4	2,26	1	0,64	5	0,91	5	2,75	1

DIMENSÃO SOCIAL (DS)																		
Indicador	Ananindeua		Barcarena		Belém		Benevides		Castanhal		Inhangapi		Marituba		Sta. Barbara do Pará		Sta. Isabel do Pará	
	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO
DS-1	0,72	4	0,66	3	0,75	5	0,67	3	0,67	3	0,572	1	0,68	3	0,63	2	0,66	3
DS-2	6	1	1,93	4	4,57	2	1,01	5	2,14	4	1,78	4	3,5	3	0,77	5	3,07	3
DS-3	76146	4	1648	5	225.577	1	8647	5	6645	5	275	5	23.587	5	550	5	2.458	5
DS-4	142292	4	31711	5	406.512	1	20235	5	65996	5	2675	5	38.537	5	5.843	5	18.417	5
DS-5	53,51	1	5,2	5	55,49	1	42,73	3	10,07	5	4,71	5	61,21	1	9,41	5	13,35	5
DS-6	46,49	5	94,8	1	44,51	5	57,27	4	89,93	1	45,29	4	38,79	5	90,59	1	86,65	1
DS-7	11,3	5	8,23	4	9,77	5	2,15	1	4,04	2	1,12	1	4,38	2	2,84	1	1,29	1
DS-8	44,74	1	75,25	4	48,48	1	82,7	5	60,91	2	46,52	1	81,11	5	90,23	5	88,55	5
DS-9	1	5	1	5	1	5	0	1	1	5	1	5	1	5	0	1	0	1

DS-10	145,2	4	142,1	4	123,3	5	82,3	5	116,8	5	107,6	5	84,7	5	112,8	5	307,6	1
DS-11	32,5	1	60,9	3	72,1	4	100	5	28,1	1	86,6	5	31,5	1	96,8	5	82	4

DIMENSÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL (DPI)

Indicador	Ananindeua		Barcarena		Belém		Benevides		Castanhal		Inhangapi		Marituba		Sta. Barbara do Pará		Sta. Isabel do Pará	
	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO	Índice	PESO
DPI-1	0,67	4	1	5	1	5	0,47	3	0,6	3	0,01	1	0,41	2	0,02	1	0	1
DPI-2	0,64	2	0,21	4	0,6	3	0,33	4	1	1	0,31	4	0,34	4	0,05	5	0,51	3
DPI-3	100	5	100	5	100	5	100	5	75	1	100	5	100	5	100	5	100	5
DPI-4	0	1	1	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	5	1	5
DPI-5	1	5	1	5	0	1	0	1	1	5	1	5	0	1	1	5	1	5
DPI-6	4	5	1	2	2	3	1	2	1	2	0	1	1	2	0	1	1	2
DPI-7	2	2	0	1	8	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
DPI-8	0,62	2	0,69	3	0,67	3	0,65	2	0,65	2	0,71	3	0,57	1	0,78	5	0,63	2
DPI-9	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	0	1	0	1	1	5
DPI-10	33,33	3	33,33	3	50	5	16,67	1	50	5	33,33	3	16,67	1	50	5	16,67	1
DPI-11	88,89	5	72,22	4	77,78	5	27,78	1	77,78	5	33,33	2	16,67	1	33,33	2	61,11	4

Fonte: Elaborado pela autora.⁶

⁶ Nota: Todos os PESOS, foram analisados de acordo o Apêndice B.

APÊNDICE D – Contagem de Frequência Acumulada por Nível de Sustentabilidade.

DIMENSÃO AMBIENTAL (DA)									
PESO / NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE	Ananindeua	Barcarena	Belém	Benevides	Castanhal	Inhangapi	Marituba	Sta. Bárbara do Pará	Sta. Isabel do Pará
1 - INSUSTENTÁVEL	2	2	1	2	5	3	1	1	2
2- POTENCIALMENTE INSUSTENTAVEL	2	1	3	3	0	2	1	1	6
3 - TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL	0	2	1	3	1	1	2	2	0
4 - POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL	4	2	1	1	1	0	2	3	3
5 - SUSTENTÁVEL	3	4	5	2	4	5	5	4	0
DIMENSÃO POLÍTICO-INSTITUCIONAL (DPI)									
PESO / NÍVEL SUSTENTÁVEL	Ananindeua	Barcarena	Belém	Benevides	Castanhal	Inhangapi	Marituba	Sta. Bárbara do Pará	Sta. Isabel do Pará
1 - INSUSTENTÁVEL	1	1	2	5	4	4	7	4	3
2- POTENCIALMENTE INSUSTENTAVEL	3	1	0	2	2	1	2	1	2
3 - TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL	1	2	3	1	1	2	0	0	1
4 - POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL	1	2	0	1	0	1	1	0	1
5 - SUSTENTÁVEL	5	5	6	2	4	3	1	6	4
DIMENSÃO SOCIAL (DS)									
PESO / NÍVEL SUSTENTÁVEL	Ananindeua	Barcarena	Belém	Benevides	Castanhal	Inhangapi	Marituba	Sta. Bárbara do Pará	Sta. Isabel do Pará

1 - INSUSTENTÁVEL	4	1	4	2	2	3	2	3	4
2- POTENCIALMENTE INSUSTENTÁVEL	0	0	1	0	2	0	1	1	0
3 - TRANSIÇÃO SUSTENTÁVEL	0	2	0	2	1	0	2	0	2
4 - POTENCIALMENTE SUSTENTÁVEL	4	4	1	1	1	2	0	0	1
5 - SUSTENTÁVEL	3	4	5	6	5	6	6	7	4

Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE E – Total de Pesos Acumulados Adquiridos por Nível de Sustentabilidade (Desenvolvimento Sustentável).

Nível de sustentabilidade / Peso	QUANT. PESOS ACUMULADOS POR NÍVEL (Frequência Simples ou Absoluta)									Máximo valor analisado por Nível
	Ananindeua	Barcarena	Belém	Benevides	Castanhal	Inhangapi	Marituba	Sta. Bárbara do Pará	Sta. Isabel do Pará	
Insustentável - 1	7	4	7	9	11	10	10	8	9	11
Potencialmente insustentável -2	5	2	4	5	4	3	4	3	8	8
Transição sustentável-3	1	6	4	6	3	3	4	2	3	6
Potencialmente sustentável-4	9	8	2	3	2	3	3	3	5	9
Sustentável-5	11	13	16	10	13	14	12	17	8	17

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.