

INÍCIO / ARQUIVOS / V. 9 N. 3 / Ciências Exatas e da Terra

Análise de sustentabilidade no município de Parauapebas – Amazônia, Pará, Brasil

Marina Morhy Pereira

Universidade Federal do Pará

<https://orcid.org/0000-0002-7529-335X>

Gabriel Villas Boas de Amorim Lima

Universidade Federal do Pará

<https://orcid.org/0000-0001-7089-7421>

Diêgo Lima Crispim

Universidade Federal do Pará a

<https://orcid.org/0000-0003-1491-2636>

Lindemberg Lima Fernandes

Universidade Federal do Pará

<https://orcid.org/0000-0003-1806-4670>

DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2343>

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; Amazônia; Sustentabilidade Municipal.

RESUMO

Este artigo tem por finalidade analisar o grau de Desenvolvimento Sustentável do município de Parauapebas, localizado no estado do Pará em uma região de grande importância de exploração mineral na Amazônia. Nesse contexto, análises de sustentabilidade urbana são de difícil execução, dificultando a implantação de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento sustentável no município. Diante dessa problemática, elaborou-se uma análise de caráter quantitativo por meio do cálculo do Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) das três dimensões que compõem o tripé da Sustentabilidade: Social, Econômica e Ambiental. Para isso, utilizou-se uma metodologia de

RSD

RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT

VOLUME 9 | NUMBER 3 | YEAR 2020

ISSN 2525-3409

 PDF

PUBLICADO

01/01/2020

COMO CITAR

PEREIRA, M. M.; LIMA, G. V. B. de A.; CRISPIM, D. L.; FERNANDES, L. L. Análise de sustentabilidade no município de Parauapebas – Amazônia, Pará, Brasil. **Research, Society and Development**, [S. L], v. 9, n. 3, p. e53932343, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i3.2343. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2343>. Acesso em: 8 mar. 2021.

Fomatos de Citação 

EDIÇÃO

v. 9 n. 3

SEÇÃO

Ciências Exatas e da Terra

LICENÇA

Autores que publicam nesta revista concordam com os seguintes termos:

1) Autores mantêm os direitos autorais e concedem à revista o direito de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution que permite o compartilhamento

do trabalho com reconhecimento da autoria e publicação inicial nesta revista.

2) Autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não-exclusiva da versão do trabalho publicada nesta revista (ex.: publicar em repositório institucional ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial nesta revista.

3) Autores têm permissão e são estimulados a publicar e distribuir seu trabalho online (ex.: em repositórios institucionais ou na sua página pessoal) a qualquer ponto antes ou durante o processo editorial, já que isso pode gerar alterações produtivas, bem como aumentar o impacto e a citação do trabalho publicado.

0

SCORE CITEFACTOR

1.78 (2020-21)

INFORMAÇÕES

Para Leitores

Para Autores

Para Bibliotecários

IDIOMA

English

Español (España)

Português (Brasil)

ENVIAR SUBMISSÃO

Análise de sustentabilidade no município de Parauapebas – Amazônia, Pará, Brasil

Sustainability analysis in the city of Parauapebas - Amazon, Pará, Brazil

Análisis de sostenibilidad en el municipio de Parauapebas - Amazona, Pará, Brasil

Recebido: 05/12/2019 | Revisado: 10/12/2019 | Aceito: 16/12/2019 | Publicado: 21/12/2019

Marina Morhy Pereira

<https://orcid.org/0000-0002-7529-335X>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: marinamorhyp@gmail.com

Gabriel Villas Boas de Amorim Lima

<https://orcid.org/0000-0001-7089-7421>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: gabrielvbal@gmail.com

Diêgo Lima Crispim

<https://orcid.org/0000-0003-1491-2636>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: dlimacrispim@gmail.com

Lindemberg Lima Fernandes

<https://orcid.org/0000-0003-1806-4670>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: lberge@ufpa.br

Resumo

Este artigo tem por finalidade analisar o grau de Desenvolvimento Sustentável do município de Parauapebas, localizado no estado do Pará em uma região de grande importância de exploração mineral na Amazônia. Nesse contexto, análises de sustentabilidade urbana são de difícil execução, dificultando a implantação de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento sustentável no município. Diante dessa problemática, elaborou-se uma análise de caráter quantitativo por meio do cálculo do Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) das três dimensões que compõe o tripé da Sustentabilidade: Social, Econômica e Ambiental. Para isso, utilizou-se uma metodologia de cálculo comparativo envolvendo variáveis coletadas em bases oficiais que representam os cenários em níveis municipal e estadual, possibilitando um confronto de realidades regionais com a cidade

estudada. Os resultados evidenciaram um valor de IDSM médio de 0,71, medida classificada como aceitável. Por fim, analisou-se a eficiência da metodologia utilizada em relação ao demonstrativo real do cenário social, econômico e ambiental encontrado no município que possui uma das maiores riquezas minerais da América Latina.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; Amazônia; Sustentabilidade Municipal.

Abstract

This article aims to analyze the degree of Sustainable Development of the city of Parauapebas, located in the state of Pará in a region of great importance in the context of mineral exploration in the Amazon. In this scenario, urban sustainability analysis are difficult to conduct, making it difficult to implement public policies oriented to sustainable development in the city. Given this problem, a quantitative analysis was carried out by calculating the Municipal Sustainable Development Index (IDSM) of the three dimensions that constitute the Triple Bottom Line approach: Social, Economic and Environmental. Thus, a comparative calculation methodology was used involving variables collected in official government bases that represent the scenarios at municipal and state levels, allowing a comparison of regional realities with the studied city. The results showed an average IDSM value of 0.71, a measure classified as acceptable. Finally, the efficiency of the methodology used was analyzed regarding the realistic social, economic and environmental scenarios found in the municipality that has one of the largest mineral wealth in Latin America.

Keywords: Sustainable Development; Amazon; Municipal Sustainability.

Resumen

Este artículo tiene como objetivo analizar el grado de Desarrollo Sostenible del municipio de Parauapebas, ubicado en el estado de Pará en una región de gran importancia de la exploración mineral en la Amazonía. En este contexto, los análisis de sostenibilidad urbana son difíciles de implementar, lo que dificulta la implementación de políticas públicas orientadas al desarrollo sostenible en el municipio. En vista de este problema, se desarrolló un análisis cuantitativo mediante el cálculo del índice municipal de desarrollo sostenible (IDSM) de las tres dimensiones que componen el trípode de sostenibilidad: Social, Económico y Ambiental. Para ello, se utilizó una metodología de cálculo comparativa que involucró variables recogidas en bases oficiales que representan los escenarios a nivel municipal y estatal, permitiendo la confrontación de las realidades regionales con la ciudad estudiada. Los resultados mostraron un valor promedio de IDSM de 0,71, una medida clasificada como

acceptable. Finalmente, analizamos la eficiencia de la metodología utilizada en relación con la afirmación real del escenario social, económico y ambiental que se encuentra en el municipio que tiene una de las mayores riquezas minerales de América Latina.

Palabras clave: Desarrollo sostenible; Amazonas; Sostenibilidad municipal.

1. Introdução

A humanidade emprega em suas atividades um modelo de produção insustentável, utilizando os recursos naturais de maneira desestruturada e devastadora, sem considerar os seus limites e possível escassez (Crispim, Fernandes & Albuquerque, 2019). Nesse cenário, a partir da metade do século XX, autoridades públicas começaram a dar importância às temáticas concernentes às forças produtivas empregadas para o crescimento econômico e os insumos utilizados nos processos de produção, em razão dos efeitos e impactos causados no meio ambiente pelas atividades antrópicas (Crispim et al., 2020).

O assunto que compreende a sustentabilidade aparece com notoriedade, em virtude da urgência em descobrir novos procedimentos de estruturação das forças produtivas que beneficiem a conservação dos recursos naturais e respeitem sua capacidade de suporte (Crispim et al., 2020). Tal abordagem evidencia a necessidade de atender às demandas atuais e futuras, garantindo o bem-estar e a qualidade de vida dos indivíduos e das futuras gerações (Macedo et al., 2016).

Segundo Carvalho et al. (2011), um dos notáveis obstáculos para determinação ou análise da sustentabilidade fundamenta-se na elaboração de métodos adequados que proporcionem estudar realidades de distintos contextos. Em suas dimensões de análise (local, regional ou nacional), evidencia-se em um mesmo território diferentes características sociais, econômicas e ambientais – resultando em variações de manifestação da sustentabilidade urbana.

Em um contexto municipal, a utilização dos indicadores pelo poder público é pertinente ao identificar atividades fundamentais na mitigação ou redução do desequilíbrio ambiental. Esta ação oportuniza a inserção do desenvolvimento sustentável em uma escala urbana local, posteriormente regional, atingindo um nível de sustentabilidade efetiva (Crispim et al., 2019, Rezende et al., 2017).

Considerando isso, o presente trabalho se propôs a mensurar o grau de desenvolvimento sustentável em um município brasileiro, verificando se as ações realizadas na região, tanto de origem pública quanto privada, são efetivas na promoção de

sustentabilidade urbana. Como recorte espacial, utilizou-se a cidade de Parauapebas-PA, considerada o terceiro maior PIB municipal do estado do Pará – com cerca de R\$ 11,2 bilhões de reais (IBGE, 2015). O município em questão está inserido em um contexto mais amplo de desenvolvimento da região amazônica, com expressivo potencial de exploração de riquezas minerais (Borges & Borges, 2011, Leal et al., 2012).

A exploração desses recursos naturais ocorre em função geografia local, cujo relevo acidentado resulta na ocorrência de serras. Essas elevações topográficas formam a Serra dos Carajás, um conjunto montanhoso que abriga as reservas minerais dessa porção territorial (IDESA, 2011). Nesse cenário, é importante que o desenvolvimento econômico advindo da atividade de exploração mineral desta área não ofusque a preservação natural da região ou a população local, harmonizando a relação entre as dimensões social, econômica e ambiental.

Dessa maneira, torna-se crucial a análise dos dados disponíveis referentes a estas três dimensões para que seja feito um diagnóstico da cidade em questão, haja vista a grande importância da mesma na realidade amazônica. Para isso, utilizou um método quantitativo de mensuração do Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM), que avaliou o grau de sustentabilidade urbana da região. A partir do mesmo, foi possível analisar tanto os resultados obtidos quanto o método de mensuração escolhido, verificando sua capacidade de representação da realidade urbana.

2. Metodologia

2.1 Descrição do Método

A pesquisa em questão possui natureza aplicada e caráter descritivo acerca da realidade dos municípios paraenses, em especial, a observada em Parauapebas-PA. Dessa forma, este estudo se propõe a expor as características que constituem a sustentabilidade urbana deste município por meio das três dimensões que compõem sua avaliação: social, econômica e ambiental (Prodanov & Freitas, 2013).

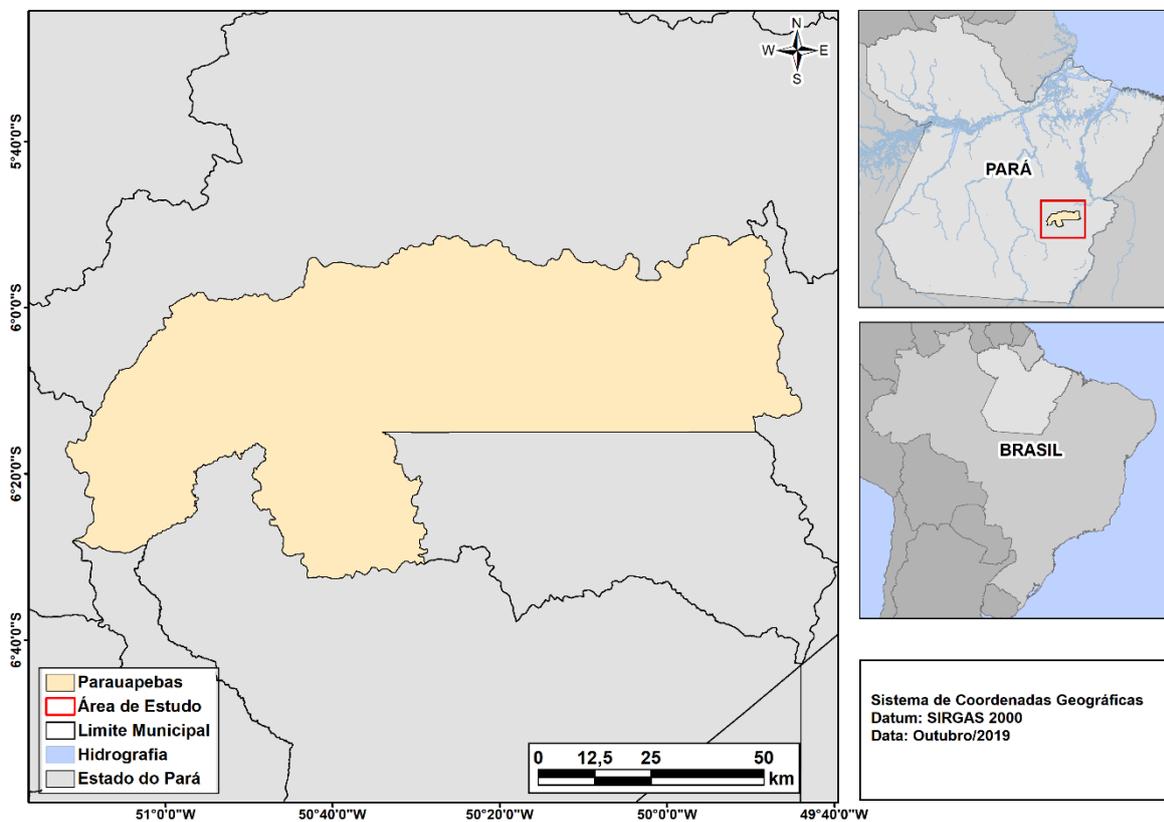
Os procedimentos técnicos aplicáveis à coleta de dados concernem em pesquisa documental a acervos e bancos de dados oficiais que forneçam informações acerca de parâmetros sociais, econômicos e ambientais da região (Pereira et al., 2018). A análise desses dados evidencia uma abordagem quanti-qualitativa, utilizando um método de padronização e mensuração da sustentabilidade urbana por meio do Cálculo do IDSM proposto por Martins e Cândido (2008). A partir deste, foi possível verificar sua compatibilidade com a realidade

observada local e regionalmente, verificando o elo entre a situação divulgada pelos portais oficiais e a vivenciada pela população.

2.2 Área de estudo

Escolheu-se como área de estudo o município de Parauapebas-PA (Figura 01), principal centro urbano da Microrregião de Parauapebas, Mesorregião Sudeste Paraense, Macrorregião Norte do Brasil (Borges & Borges, 2011). Distante 547 km da capital paraense, localiza-se nas coordenadas geográficas 6°04'03"S e 49°54'08"O (IBGE, 2017).

Figura 1. Caracterização Geográfica de Parauapebas



Fonte: Autores (2019).

Com base na Figura 1, é importante destacar que o município compreende uma área total de 6 886,208 km², com população estimada em 208.273 habitantes para 2019 (IBGE, 2019). O município está inserido em uma região de serras, com infraestrutura de acesso disponíveis nos modais rodoviário, ferroviário e aéreo.

Na região, estima-se que em 2017 23,5% da população estivesse ocupada, com salário médio mensal dos trabalhadores formais em 3 salários mínimos – compreendendo o 5º lugar no ranking entre os 144 municípios do estado do Pará. Na área da saúde, o município ocupa a

91ª posição no ranking de mortalidade infantil, com 13,75 óbitos por mil nascidos vivos em 2017. Na área de educação, o município ocupa a 61ª posição estadual no ranking de melhor taxa de escolarização entre 6 e 14 anos de idade (95,8%) (IBGE, 2019).

Economicamente, o município possui o maior PIB municipal do estado, com cerca de R\$ 11,2 bilhões de reais (IBGE, 2015). Territorialmente, possui 45,7% dos domicílios atendidos por sistema de esgotamento sanitário adequado – ocupando a 6ª posição estadual. Ademais, possui 21,8% das áreas habitadas com urbanização de vias públicas, sendo a 4ª cidade paraense mais urbanizada (IBGE, 2019).

Do ponto de vista topográfico, a cidade apresenta grande variação na sua altimetria. Os maiores valores observados oscilam entre 800 e 900 metros, enquanto os níveis altimétricos mais baixos situam-se entre 200 e 210 metros.

2.3 Coleta de Dados

Os dados coletados correspondem às variáveis propostas em diversos estudos (Martins & Candido, 2008, Sales & Candido, 2013, Rezende et al., 2017), que tem como base o documento do IBGE “Indicadores do Desenvolvimento Sustentável”. Os estudos desses autores abrangem seis dimensões: social, econômica, ambiental, demográfica, político-institucional e cultural; contendo um total de 44 variáveis.

Para este estudo, foi escolhida a abordagem *Triple Bottom Line*, que consiste na realização de estudos sob a ótica tridimensional de um tripé que daria suporte ao desenvolvimento sustentável, o qual não seria atingido verdadeiramente sem o equilíbrio e desenvolvimento das três dimensões da sustentabilidade. Diante disso, os dados coletados correspondem aos três domínios que compõem a base desse tripé metafórico: social, econômico e ambiental. Portanto, foram excluídas as demais dimensões analisadas por Martins e Candido (2008) como forma de filtrar os dados e direcionar a pesquisa.

O método de coleta de dados utilizado foi o de amostras por acessibilidade (Prodanov & Freitas, 2013), isto é, utilização de variáveis cujos dados estivessem disponíveis para consulta em portais oficiais dos governos (municipal, estadual e federal) e instituições oficiais. Os dados escolhidos foram correspondentes ao ano de 2010, em razão deste possibilitar uma maior abrangência de coleta de informações, usualmente divulgadas a cada década.

As informações foram obtidas das plataformas digitais do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (ADHB); Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE); Matriz de

Informação Social (MIS); Portal da Saúde (DATASUS); Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC/SECEX/DEPL) e Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS). Dentre as variáveis que fazem parte das três dimensões de análise, foram selecionadas as que possuíam determinada disponibilidade de informações. Dessa forma, a configuração final dos dados utilizados constitui-se de 22 variáveis, sendo 9 de natureza social, 7 de natureza econômica e 3 associadas à temática ambiental.

Dessa forma, os dados foram coletados para o município de Parauapebas-PA, além do maior e menor valor dentre os municípios paraenses para cada variável. Isso se dá pelo fato do método proposto por Martins e Cândido (2008) utilizar um procedimento comparativo entre realidades urbanas da mesma unidade federativa do município abordado para, assim, diagnosticar cenários de sustentabilidade urbana.

2.4 Análise de dados

A análise dos dados inicia-se escolhendo, dentre os indicadores disponíveis nas plataformas digitais, aquele que melhor descreve cada variável. Isso é necessário ao considerar que o método contém variáveis cujos valores não são disponibilizados para aquele parâmetro de forma idêntica. Por isso, busca-se indicadores dos institutos e plataformas de pesquisas que se aproximem ao máximo do fator analisado, de maneira a associá-lo à variável sem que haja perda de sentido, tornando o estudo mais acurado e condizente com a realidade.

Em seguida, é necessário investigar o tipo de relação que as variáveis possuem com o desenvolvimento sustentável. Martins e Cândido (2012) afirmam que a relação é positiva se valor do indicador for diretamente proporcional ao índice de desenvolvimento sustentável. Por outro lado, a relação será negativa se o indicador for inversamente proporcional ao índice. Este detalhamento a respeito da forma de relacionamento entre indicadores e índices é importante para a escolha da fórmula utilizada para o cálculo dos Índices de Desenvolvimento Sustentável (IDS) de cada variável.

Assim, para analisar dados de diferentes magnitudes sob a mesma perspectiva, é necessário escaloná-los em um sistema que varia de 0 (zero) a 1 (um). Isso pode ser feito através da comparação direta entre determinado valor de fator observado para o município de Parauapebas com os valores máximo e mínimo encontrados respectivos para os municípios paraenses. Para tanto, foram utilizadas as Equações 1 e 2, segundo o tipo de relação entre fator variável e índice de sustentabilidade. Dessa forma, cria-se uma escala na qual o 0 (zero) corresponde a um extremo e o 1 (um) corresponde ao outro, convencionado que, quanto mais

próximo a zero, pior o valor, e, quanto mais próximo de um, melhor a situação da cidade ao comparar com os demais municípios do estado.

Quando a relação é positiva:

$$I = (x - m) / (M - m) \quad \text{Eq. (1)}$$

Quando a relação é negativa:

$$I = (M - x) / (M - m) \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que:

I = índice calculado para cada variável;

x = valor de cada variável no município estudado;

m = valor mínimo identificado no estado ao qual o município pertence;

M = valor máximo identificado no estado ao qual o município pertence.

Em seguida, de posse dos índices para cada variável (IDS), realizou-se o agrupamento dos mesmos por dimensão, através de uma média aritmética, obtendo-se assim o IDS social, ambiental e econômico. Esses valores, por sua vez, são classificados em uma escala de cores que representam uma escala definida de níveis de sustentabilidade (Tabela 1). Por fim, realizou-se outra média aritmética, agora com os valores das 3 (três) dimensões – determinando, assim, o valor do IDSM, também é classificado nos níveis de sustentabilidade pré-determinados na Tabela 1.

Tabela 1: Níveis de sustentabilidade

Índice (0 - 1)	Coloração	Nível de Sustentabilidade
0,0000 - 0,2500		Crítico
0,2501 - 0,5000		Alerta
0,5001 - 0,7500		Aceitável
0,7501 - 1,0000		Ideal

Fonte: adaptado de Martins e Cândido (2008).

Na Tabela 1, Martins e Cândido (2008) estabelecem que os níveis de sustentabilidade são divididos em crítico (0,0000-0,2500), de alerta (0,2501-0,5000), aceitável (0,5001-0,7500) e ideal (0,7501-1,0000). No nível Crítico, há um cenário de insustentabilidade urbana, com evidência de conflitos socioambientais e socioeconômicos latentes, necessitando de

intervenção imediata do poder público e da sociedade civil. No nível de alerta, os cenários de sustentabilidade apresentam certa hipossuficiência, necessitando de intervenção prévia como mecanismo de prevenção.

No nível aceitável, observa-se condições de sustentabilidade satisfatórias, contudo, que ainda necessitam de maior atenção do poder público na promoção de melhorias em suas dimensões mais fragilizadas. Já no nível ideal, observa-se em a maioria das dimensões da sustentabilidade urbana experimenta de condições aceitáveis, devendo a sociedade e o Estado promover a manutenção constante dos indicadores bem avaliados.

3. Resultados e Discussões

3.1 Dimensão Social

Dentre as variáveis analisadas dentro dessa dimensão por Martins e Candido (2008), quatro delas foram retiradas para a análise realizada neste trabalho devido à dificuldade de acesso aos dados, são elas: I) prevalência da desnutrição total; II) imunização contra doenças infecciosas infantis; III) alfabetização e; IV) mortalidade por acidente de transporte. As variáveis restantes foram, então, associadas a indicadores que correspondem às mesmas, sendo essas informações resumidas na Tabela 2.

Tabela 2: Indicador escolhido para cada uma das variáveis sociais

Nº	Variável	Fonte	Indicador
1	Esperança de vida ao nascer	ADHB (2010)	Esperança de vida ao nascer
2	Mortalidade infantil	ADHB (2010)	Mortalidade infantil
3	Oferta de serviços básicos de saúde	IBGE (2010)	Quantidade de estabelecimentos públicos de saúde
4	Escolarização	ADHB (2010)	Expectativa de anos de estudo
5	Escolaridade	ADHB (2010)	Escolaridade
6	Analfabetismo funcional	ADHB (2010)	Taxa de analfabetismo - 18 anos ou mais
7	Famílias atendidas com programas sociais	MIS (2010)	N.º de famílias beneficiárias do Bolsa Família

8	Adequação de moradia nos domicílios	IBGE (2010)	Moradores em domicílios particulares permanentes, em áreas urbanas com ordenamento regular, por existência de banheiro ou sanitário e tipo de esgotamento sanitário e existência e características do entorno
9	Mortalidade por homicídio	DATASUS (2010)	Taxa de Homicídio por 100.000 habitantes

Fonte: Autores (2019).

Dessa forma, é importante verificar a Tabela 2 que as variáveis sociais estão relacionadas a aspectos de saúde, educação, moradia e segurança pública – todos majoritariamente de responsabilidade maior do poder público. Nesses termos, cabe ponderar que a realidade social vivenciada em Parauapebas deve evidenciar condições satisfatórias relacionadas a estas temáticas, de modo a proporcionar justiça e dignificação social a seus habitantes.

Em seguida, foram realizados os cálculos para obter o IDS de cada variável. Para isso, foram utilizados os dados resumidos na Tabela 3, na qual pode-se observar os maiores e menores valores dentre os municípios do estado do Pará.

Tabela 3: IDS para cada variável social

Variável	Índice do Município	Município de maior valor	Município de menor valor	Tipo de Relação	IDS
1	73,55	Novo Progresso 74,66	Santa Luzia do Pará 68,41	+	0,82
2	17,4	Santa Luzia do Pará 31,90	Novo Progresso 14,90	-	0,85
3	38	Belém 380	Santa Cruz do Arari 2	+	0,10
4	9,26	Santarém 10,26	Chaves 4,95	+	0,81
5	0,603	Belém 0,69	Chaves 0,12	+	0,84
6	8,68	Melgaço 39,70	Belém 3,47	-	0,86
7	8.824	Belém 81.270	Bannach 347	-	0,90
8	136.629	Belém 1.356.808	São João da Ponta 1.004	+	0,10
9	50,68	Tucumã 118,73	Santarém 3,39	-	0,59

Fonte: Autores (2019).

Nesse contexto, a Tabela 3 evidencia que, para cada variável elencada na Tabela 2, identificou-se seu valor referente a todos os municípios paraense, sendo destes ressaltados os máximos (M) e mínimos (m). Os mesmos foram comparados com o valor referente à cidade Parauapebas (x) segundo as Equações 1 e 2 – resultando em valores de IDS para cada

variável.

Dessa forma, observa-se que o município de Parauapebas-PA possui índices considerados ideais para a realidade paraense nos seguintes quesitos: esperança de vida ao nascer (0,82), mortalidade infantil (0,85), expectativa de anos de estudo (0,81), escolaridade (0,84), analfabetismo funcional (0,86) e famílias atendidas por programas sociais (0,90). Já no quesito de mortalidade por homicídio, o município apresenta IDS considerado aceitável (0,59) na realidade regional, enquanto que em quesitos como oferta de serviços básicos de saúde e adequação de moradias nos domicílios a cidade obteve IDS considerados críticos (0,10). Posteriormente, calculou-se o IDS relacionado à dimensão social, indicado na Tabela 4:

Tabela 4: IDS para a dimensão SOCIAL

IDS da dimensão	Classificação da dimensão
0,65	ACEITÁVEL

Fonte: Autores (2019).

Os resultados evidenciam que o município possui IDS Social considerado aceitável (0,65). Entretanto, ao verificar detalhadamente a perspectiva social deste índice, é possível identificar que o município apresentou consideráveis índices positivos de educação, saúde materno-infantil e assistencialismo social. Em relação à segurança pública, o município apresentou índices aceitáveis para a realidade regional. Por outro lado, quesitos como oferta de unidades de atendimento em saúde pública e disposição de domicílios em áreas de infraestrutura urbana consolidada apresentaram índices críticos.

Tal cenário evidencia que a urbanização do município é seletiva (apenas 21,8% da área habitada possui condições satisfatórias de infraestrutura urbana). Apesar do mesmo ser considerado o 4º município mais urbanizado do estado, suas condições infraestruturais ainda não são suficientes para suprir possíveis necessidade de seus habitantes – como vias públicas, saneamento, transportes públicos, paisagismo e acesso à consolidação de facilidades. Ademais, a hipossuficiência de unidades de pronto-atendimento evidencia certa fragilidade na atenção à saúde do cidadão paraupebense, gerando problemáticas sociais latentes.

3.2 Dimensão Econômica

Para a análise dessa dimensão foram coletados os dados para todas as variáveis propostas pelo método de Martins e Candido (2008). Nesse contexto, os indicadores escolhidos para representar cada uma das variáveis podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5: Indicador escolhido para cada uma das variáveis econômicas

Nº	Variável	Fonte	Indicador
10	Produto Interno bruto <i>per capita</i>	IBGE (2010)	PIB <i>per capita</i>
11	Participação da indústria no PIB	IBGE (2010)	Valor adicionado bruto da indústria, a preços correntes
12	Saldo da balança comercial	MDIC/SECEX/ DEPL (2010)	Saldo da Balança Comercial Brasileira por Município - Pará
13	Renda familiar <i>per capita</i> em salários mínimos	IBGE (2010)	Rendimento mensal domiciliar <i>per capita</i> nominal - valor médio
14	Renda <i>per capita</i>	ADHB (2010)	Renda <i>per capita</i>
15	Rendimentos provenientes do trabalho	ADHB (2010)	% da renda proveniente de rendimentos do trabalho
16	Índice de Gini de distribuição do rendimento	ADHB (2010)	Índice de Gini

Fonte: Autores (2019).

A Tabela 5 evidencia que as variáveis econômicas estão associadas à renda, trabalho, distribuição de rendimentos e balanças comerciais realizadas. Ademais, também pode ser considerar na sustentabilidade econômica critérios de industrialização.

A posteriori, os cálculos realizados para essa dimensão foram semelhantes aos empregados na anterior, sendo mensurados os IDS's das variáveis utilizando os dados resumidos na Tabela 6. Vale chamar atenção para o fato de que o IDS para as variáveis nº 10, nº 11 e nº 12 alcançaram os valores de 1,00 (um), simbolizando que o fator do município é o melhor do estado do Pará. Contudo, isso não significa necessariamente que os valores são satisfatórios se analisados de maneira isolada ou se comparados às demais cidades brasileiras. Tal perspectiva revela, assim, uma possível fragilidade do método comparativo de análise.

Tabela 6: IDS para cada variável econômica

Variável	Índice do município	Município de maior valor	Município de menor valor	Tipo de relação	IDS
10	97.342,96	Parauapebas 97.342,96	Melgaço 2.792,87	+	1,00
11	11.965.462	Parauapebas 11.965.462	Bannach 607	+	1,00

12	7.551.528.026	Parauapebas 7.551.528.026	Paragominas -18.679.396	+	1,00
13	533	Belém 697	Melgaço 127	+	0,71
14	627,01	Belém 853,82	Cachoeira do Piriá 130,40	+	0,69
15	86,67	Ulianópolis 93,42	Chaves 42,63	+	0,87
16	0,53	Ulianópolis 0,7	Marituba 0,42	-	0,61

Fonte: Autores (2019).

A partir da Tabela 6, é possível observar que o município possui índices excelentes (1,00) de sustentabilidade estadual quanto ao PIB per capita, participação da Indústria no PIB e saldo da balança comercial. Além destes, o município também apresentou índices ideais de rendimentos provenientes do trabalho (0,87). Em relação aos índices de renda familiar per capita em salários mínimos (0,71), renda per capita (0,69) e índice de Gini (0,61) – Parauapebas apresentou uma situação de sustentabilidade considerada satisfatória. Uma vez calculados os valores de IDS para cada variável, foi mensurado o IDS da dimensão econômica (Tabela 7).

Tabela 7: IDS para a dimensão ECONÔMICA

IDS da Dimensão	Classificação da dimensão
0,84	IDEAL

Fonte: Autores (2019).

Os resultados determinam que o IDS Econômico é considerado ideal, em função de seus índices de industrialização expressivos. Isso se deve ao potencial de exploração e beneficiamento mineral existente na região, cuja cadeia logística emprega direta e indiretamente 28 mil funcionários apenas no município. Cabe ressaltar que o estado do Pará é o segundo maior exportador de minério do Brasil, com 84,3% dos produtos exportados referentes ao beneficiamento mineral (VALE, 2016).

Essa potencialização econômica se torna mais evidente no cenário local, ao considerar que Parauapebas-PA ocupa desde 2015 o 1º lugar nacional na Balança comercial Brasileira por municípios, sendo 97,7% de suas exportações relativas ao minério de ferro, chegando a US\$ 4 bilhões. Este minério é exportado principalmente para os mercados asiáticos, como China (46,18%) e Japão (8,82%) (VALE, 2016). Os índices relativos a questões de emprego tiveram os menores desempenho (ainda satisfatórios no contexto regional) em decorrência de disparidades socioeconômicas evidenciadas no território.

Em uma região economicamente estratégica, o crescimento econômico nem sempre implica na ocorrência de desenvolvimento econômico, emergindo manifestações de desigualdades entre diferentes níveis de poder aquisitivo. Por isso, é necessário atenta-se não somente à geração de renda e emprego, como também na sua distribuição mais igualitária entre a população, valorizando a mão-de-obra local por meio de programas de capacitação contínua.

3.3 Dimensão Ambiental

A última dimensão verificada foi a dimensão ambiental, cujos indicadores compatíveis estão dispostos na Tabela 8.

Tabela 8: Indicador escolhido para cada uma das variáveis ambientais

Nº	Variável	Fonte	Indicador
17	Qualidade das águas: aferição de cloro residual, de turbidez, de coliformes totais	SNIS (2010)	Nº de amostras fora do padrão
18	Tratamento das águas: tratada em ETAs e por desinfecção	SNIS (2010)	Volume de água tratado em ETAs e por simples desinfecção
19	Consumo médio <i>per capita</i> de água	SNIS (2010)	Volume de água consumido (m ³ /ano)
20	Acesso ao sistema de abastecimento de água	ADHB (2010)	% da população em domicílios com água encanada
21	Tipo de esgotamento sanitário por domicílio	IBGE (2010)	População residente em domicílios particulares com saneamento inadequado
22	Acesso a coleta de lixo urbano e rural	ADHB (2010)	% da população em domicílios com coleta de lixo

Fonte: Autores (2019).

A Tabela 8 evidencia que as variáveis ambientais estão relacionadas aos aspectos de saneamento ambiental urbano: água, efluentes e resíduos sólidos. Desse modo, é importante destacar a necessidade de possíveis revisões das variáveis associadas a esta dimensão, devendo incluir a ocorrência de arborização urbana, drenagem urbana natural e preservação da biodiversidade. Assim, conforme realizado para as duas dimensões anteriores, foi calculado o IDS para cada uma das variáveis ambientais (Tabela 9):

Tabela 9: IDS para cada variável ambiental

Variável	Índice do Município	Município de Maior Valor	Município de Menor Valor	Tipo de Relação	IDS
17	111	Belém 674	Outilândia do Norte 0	-	0,84
18	11.546,71	Belém 109.803,43	Outilândia do Norte 0	+	0,11

19	62,39	Ourilândia Do Norte	62,69	São Geraldo do Araguaia	18,41	-	0,01
20	93,58	Salvaterra	96,19	Anajás	21,06	+	0,97
21	4146	Cametá	53970	Magalhães Barata	498	-	0,93
22	98,30	São João Da Ponta	100	Curuá	36,72	+	0,97

Fonte: Autores (2019).

A Tabela 9 evidencia que o município de Parauapebas possui índices ideais de qualidade das águas (0,84), acesso ao sistema de abastecimento de água (0,97), esgotamento sanitário por domicílio (0,93) e acesso a coleta de resíduos sólidos (0,97). Em contrapartida, o município apresentou preocupantes índices de tratamento das águas (0,11) e volume de água consumido per capita (0,01). Em seguida, obteve-se o IDS para a dimensão ambiental (Tabela 10).

Tabela 10: IDS para a dimensão AMBIENTAL

IDS da dimensão	Classificação da Dimensão
0,64	ACEITÁVEL

Fonte: Autores (2019).

Segundo a Tabela 10, o IDS Ambiental do município foi avaliado como aceitável. Contudo, alguns resultados carecem de maior atenção na análise de desempenho ambiental urbano. Enquanto o índice associado ao tratamento de águas é considerado crítico, o fator associado à qualidade da água em si foi considerado satisfatório, demonstrando possíveis conflitos entre as variáveis determinadas por Martins e Cândido (2008).

Dessa forma, é possível supor que as amostragens utilizadas na verificação da qualidade da água tivessem sido coletadas em locais estratégicos, como pontos de medição próximos a zonas industriais que necessitem de constante monitoramento. Nestas, é mais provável que ocorra o tratamento da água captada – não significando que tal realidade possa ser reproduzida para as demais parcelas do município. Assim, o grau de efetivação dessa variável se restringe ao universo amostral cujos dados oficiais se baseiam – e não na realidade vivenciada pela população.

Ademais, a forte industrialização local também pode influenciar a variável relacionada ao consumo de água per capita. Com a operação, as empresas necessitam de consideráveis volumes de água – aumentando seu volume captado. Como tal demanda produtiva cresce desproporcionalmente à demanda populacional, a tendência deste índice é de se reduzir

progressivamente. Desse modo, há uma necessidade do método considerar os efeitos que uma variável econômica possa ter em uma variável ambiental.

3.4 Análise Crítica do IDSM e do Método adotado

Considerando os IDS obtidos para as dimensões Social (0,65), Econômica (0,84) e Ambiental (0,64), foi possível calcular o Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) de Parauapebas-PA (Tabela 11):

Tabela 11: IDSM de Parauapebas-PA

IDSM da dimensão	Classificação da Dimensão
0,71	ACEITÁVEL

Fonte: Autores (2019).

Com base na Tabela 11, é possível inicialmente supor que o município em questão desfruta de níveis satisfatórios de sustentabilidade urbana. Contudo, tal classificação é realizada mediante atribuições analíticas a partir de dados oficiais divulgados. Dessa forma, a análise de sustentabilidade exclui a participação popular do processo de avaliação da própria (in)sustentabilidade vivenciada – restringindo o processo a dados à análise de variáveis que não identificam o grupo social diretamente afetado (vide qualidade das águas) ou o setor econômico de desigualdades salariais.

Outro ponto a ser questionado tange à veracidade em refletir o contexto sustentável urbano. O método se propõe a comparar realidades regionais e, a partir de seus extremos, classificar a realidade estuda em um sistema pré-definido de sustentabilidade. Contudo, não há uma ponderação que verifique se os extremos possam refletir, de fato, situações boas e ruins de desenvolvimento sustentável. Dessa forma, o município paraense que possui a maior taxa de escolaridade do estado pode não possuir bons desempenhos educacionais, se comparado a outras realidades nacionais. O mesmo acontece com o município com menor cobertura de prestação serviços de saúde, que pode não ser a pior das realidades encontradas em um macrocenário de análise.

Ademais, as variáveis possuem igual papel na determinação da sustentabilidade urbana – sem considerar suas possíveis relações hierárquicas. Desse modo, variáveis influenciam igualmente no fenômeno, tornando o processo de análise horizontal. Há, ainda, a questão de diferenciação entre quantificação e qualificação das variáveis. Ou seja, calcular que o índice de qualidade das águas possa estar ideal no município não fornece qualificadora

do fenômeno, podendo este ocorrer forma excelente em algumas parcelas da cidade, enquanto que nas demais as análises poderiam não demonstrar tal excelência.

A partir desse contexto, verifica-se que o método – ao apresentar um caráter comparativo regionalizado – evidencia o quão sustentável um município pode estar em relação aos demais do mesmo estado, não necessariamente sendo sustentável de fato. Tal reflexão demonstra que uma abordagem quantitativa da sustentabilidade urbana deve prever não somente aspectos ligados ao contexto regional, como também aos próprios padrões de qualidade e satisfação que cada dimensão recomenda de forma geral. Assim, caso todos os municípios de um mesmo estado apresentassem índices de sustentabilidade urbana verdadeiramente interessantes, então as análises comparativas evidenciariam baixos de sustentabilidade.

Desta forma, cabe às pesquisas de sustentabilidade urbana procurarem mensurar seus níveis de desenvolvimento sustentável considerando a ótica local da cidade, ressaltando cada variável disposta nas dimensões não por critérios comparativos, mas sim alinhadas com referências consolidadas. Tal redirecionamento de pesquisa é importante no comprometimento com a real situação evidenciada, configurando-se como importantes instrumentos na busca por melhorias socioeconômicas e socioambientais que tornem o meio urbano mais harmônico e sustentável.

4. Considerações finais

Com este artigo, foi possível calcular o Índice de Desenvolvimento Sustentável Municipal (IDSM) de Parauapebas-PA, parâmetro importante para obter um diagnóstico comparativo com o restante das cidades paraenses. Essa característica comparativa do método é a principal crítica dos autores, já que a metodologia é capaz de fazer uma fiel comparação de realidades dentro do Estado, não refletindo a qualidade do índice de forma isolada.

Outro fator observado foi a falta de dados referentes às variáveis abordadas pela metodologia, o que pode ter influenciado na precisão dos resultados finais, haja vista que este contratempo fez com que 3 (três) variáveis fossem eliminadas do cálculo. Além disso, percebe-se que essas não conseguem atender completamente aos 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável, proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, dentre eles, questões associadas à saúde e bem-estar (3), educação de qualidade (4º), água potável e saneamento (6º), trabalho decente e crescimento econômico (8º), redução das desigualdades (10º), cidades sustentáveis (11º), entre outros.

Diante desse cenário de desenvolvimento sustentável, faz-se necessário a criação de políticas públicas que façam uso dos dados disponíveis de maneira a tomar decisões de maneira mais informada. Isso pode ser feito pelo entendimento e correta interpretação das informações, bem como pela adaptação das variáveis estudadas à realidade que se quer analisar com mais propriedade. Dessa forma, a sustentabilidade pode deixar de ser algo inalcançável para tornar-se algo rotineiro, de maneira a unir governos e sociedade em prol de um futuro melhor.

Para futuros trabalhos, sugere-se a identificação de formas de adaptação do método observado, considerando os critérios de qualidade individual de cada variável. Ademais, recomenda-se que sejam critérios métodos de hierarquização das variáveis, verificando possíveis pesos tanto para os cálculos dos IDS das dimensões quanto para o do IDSM. Assim, os resultados de sustentabilidade urbana poderão demonstrar com mais sensibilidade as possíveis e diversas realidades experimentadas pelo território, efetivando o compromisso na busca por cidades amazônicas mais conscientes.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa acadêmica do Processo de n.º 1848167 para o terceiro autor. Ao curso de Engenharia Civil e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará pelo apoio para realização do estudo.

Referências

Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. (2010). *Ranking IDHM Municípios 2010*. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>. Acesso em: 21 out. 2019.

Borges, F.Q., & Borges, F.Q. (2011). Royalties minerais e promoção do desenvolvimento socioeconômico: uma análise do Projeto Carajás no município de Parauapebas no Pará. *Planejamento e Políticas Públicas*, (36), 63-86.

Brasil. Matriz de Informação Social. Disponível em: http://aplicacoes.mds.gov.br/sagi-data/misocial/tabelas/mi_social.php. Acesso em: 15 dez. 2019

Carvalho, J. R. M., Fadlo Curi, W., De Araújo Carvalho, E. K. M. A., & Catão Curi, R. (2011). Proposta e validação de indicadores hidroambientais para bacias hidro-gráficas: estudo de caso na sub-bacia do alto curso do rio Paraíba, PB. *Sociedade & Natureza*, 23(2), 295-310.

Crispim, D. L., Fernandes, L. L., & Albuquerque, R. L. de O. (2019). Aplicação de técnica estatística multivariada em indicadores de sustentabilidade nos municípios do Marajó-PA. *Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, (46), 145-154.

Crispim, D. L., Fernandes, L. L., Ferreira Filho, D. F., & Lira, B. R. P. (2020). Comparação de métodos de agrupamentos hierárquicos aglomerativos em indicadores de sustentabilidade em municípios do estado do Pará. *Research, Society and Development*, 9(2), e60922067.

Governo do Pará. *Anuário Estatístico do Pará 2015*. Disponível em: http://www.fapespa.pa.gov.br/anuario_estatistico/social.html. Acesso em: 15 dez. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Base de Dados 2010-2015 – Pará*. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Pib_Municipios/2015/base. Acesso em: 14 dez. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Informações Completas – Pará – Parauapebas*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/parauapebas/panorama>. Acesso em: 14 dez. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2015*. Diretoria de Geociências (Estudos e Pesquisas). Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default_2015.shtm. Acesso em: 14 dez. 2019.

Leal, A. L., de Sá, M. E. R., Nascimento, N. S. F., & Cardoso, W S. (2012). Produção mineral no estado do Pará e reflexos na (re) produção da miséria: Barcarena, Marabá e Parauapebas. *Revista de Políticas Públicas*, 16(1), 157-167.

Macedo, L. O. B., Cândido, G. A., de Aguiar Costa, C. G., & da Silva, J. V. F. (2016). Avaliação da sustentabilidade dos municípios do estado de Mato Grosso mediante o emprego Índice de Desenvolvimento Sustentável Para Municípios. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 12(3), 323-345.

Martins, M. F., & Cândido, G.A. *Índice de Desenvolvimento Sustentável para Municípios (IDSM): metodologia para análise e cálculo do IDSM e classificação dos níveis de sustentabilidade – uma aplicação no Estado da Paraíba*. João Pessoa: Sebrae, 2008.

Martins, M. F., & Cândido, G.A. (2012). índices de desenvolvimento sustentável para localidades: uma proposta metodológica de construção e análise. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 6(1), 03- 19.

Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. *Balança comercial brasileira: Municípios*. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/balanca-comercial-brasileiramunicipios?item=2010-12>. Acesso em: 15 dez. 2019.

Objetivo do Milênio. 8 Jeitos de Mudar o Mundo. Disponível em: <http://www.objetivosdomilenio.org.br/>. Acesso em: 15 dez. 2019.

Portal da Saúde. DATASUS. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/>. Acesso em: 15 dez. 2019.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. [e-book]. (1ª ed). Santa Maria: UAB/NTE/UFSM. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 14 dez. 2019.

Prodanov, C. C, Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. [e-book]. (2a ed). Novo Hamburgo: Universidade Feevale. Disponível em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>
Acesos em: 14 dez. 2019.

Rezende, G. B. de M., Cândido, G. A., Lopes Rezende, H., & Silva, F. P. (2017). Sustentabilidade de Barra do Garças sob a ótica do índice de desenvolvimento sustentável para municípios. *Desenvolvimento em Questão*, 15(39), 203-235.

Sales, L. G., & Cândido, G. A. (2013). Análise da Sustentabilidade Hidroambiental dos municípios pertencentes a sub-bacia do Rio do Peixe-PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(5), 22-40.

Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. *Série Histórica*. Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília: MCIDADES, SNSA. Disponível em: <http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 15 dez. 2019.

VALE. (2016). *A Vale em Parauapebas*. Relatório Informativo. Disponível em: http://www.vale.com/brasil/PT/initiatives/environmental-social/iniciativas-sociais-para/Documents/Relatorio_Vale_em_Parauapebas_2016.pdf. Acesso em: 15 dez. 2019.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Marina Morhy Pereira – 30%

Gabriel Villas Boas de Amorim Lima – 30%

Diêgo Lima Crispim – 20%

Lindemberg Lima Fernandes – 20%