

## Aplicação do Software barometroR para Monitoramento da Sustentabilidade no Sudeste Paraense

Marcelo Santana Camacho<sup>1</sup>, Armando José de Sá Santos<sup>2</sup>, Fabricio Jose Brito Barros<sup>3</sup>, Fabrício de Souza Farias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada

Universidade Federal do Pará (UFPA) – Tucuruí, PA – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Sistemas Computacionais e Infraestrutura (DSCI)

Universidade do Estado do Pará (UEPA) – Campus XXII – Ananindeua, PA – Brasil

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (UFPA) – Belém, PA – Brasil

marcelo.camacho@outlook.com.br, armando.santos@uepa.br,  
{fbarros, fabriciosf}@ufpa.br

**Abstract.** Monitoring sustainability at the municipal level is a challenge in the Amazon, especially in regions experiencing rapid economic development, such as southeastern Pará. This study presents the application of a software that automates the calculation of the Barometer of Sustainability (BS) across 39 municipalities in the Southeast Pará mesoregion, which holds the second-highest BS average among the six mesoregions of the state of Pará. The software automates data extraction, transformation, and loading (ETL) processes from multiple official sources. Overall results indicate that the BS of the southeastern region reached an average score of 48.1 (Intermediate), computed from the Environmental (45.3), Social (52.1), and Economic (49.5) dimensions. Furthermore, the evaluation of the indicators revealed critical challenges in basic sanitation, adult illiteracy, and labor informality, contrasting with positive performances in waste collection and forest cover within the municipalities of the Carajás mining hub. Thus, this study highlights that intraregional disparities are significant and masked by the regional average. In conclusion, the proposed automation enables agile and granular monitoring, providing essential insights for the formulation of more effective public policies at the municipal level.

**Resumo.** O monitoramento da sustentabilidade em nível municipal é um desafio amazônico, especialmente em regiões com rápido desenvolvimento econômico como o sudeste paraense. Este trabalho apresenta a aplicação de um software que automatiza o cálculo do Barômetro da Sustentabilidade (BS) em 39 municípios da mesorregião do Sudeste Paraense, segunda maior média de BS entre as seis mesorregiões do Pará. O software automatiza processos de extração, transformação e carregamento de dados de múltiplas fontes oficiais. Os resultados globais indicam que o BS da região sudeste atingiu uma nota média de 48,1 (Intermediário), computada a partir das dimensões Ambiental (45,3), Social (52,1) e Econômica (49,5). Por fim, a avaliação dos indicadores revelou os desafios críticos em saneamento básico, analfabetismo adulto e informalidade do trabalho, contrastando com desempenhos positivos na coleta

de resíduos e cobertura florestal nos municípios do polo minerador Carajás. Deste modo, o trabalho destaca que as disparidades intraregionais são significativas e mascaradas pela média regional. Conclui-se que a automação proposta viabiliza um monitoramento ágil e granular, fornecendo subsídios essenciais para a formulação de políticas públicas mais assertivas nos municípios.

## 1. Introdução

O desenvolvimento sustentável consolidou-se como eixo central das agendas políticas em escala local, nacional e global. No Brasil, os desafios são amplificados pela heterogeneidade socioeconômica entre regiões. O estado do Pará, segundo maior estado do país com 1.245.870 km<sup>2</sup>, abriga mais de 26% do território da Amazônia Legal e 144 municípios com perfis econômicos, sociais e ambientais profundamente distintos [IBGE 2021]. A região amazônica concentra, paradoxalmente, as maiores reservas de recursos naturais do planeta e alguns dos piores indicadores de desenvolvimento humano do Brasil [PNUD 2022].

A capacidade de mensurar e comparar os índices de sustentabilidade em escala municipal é condição indispensável para a formulação de políticas públicas eficazes. Para isso, indicadores sintéticos, como o Barômetro da Sustentabilidade (BS), são ferramentas fundamentais, pois permitem agregar dimensões complexas como ambiental, social e econômica em uma escala padronizada e comparável [Prescott-Allen 2001]. No Pará, as aplicações do BS têm sido fragmentadas em análises pontuais de municípios específicos ou levantamentos setoriais elaborados pela Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (FAPESPA) [FAPESPA 2026], dificultando a comparação inter-regional sistemática e a identificação das principais vulnerabilidades territoriais.

Em trabalhos anteriores, [Camacho e Farias 2021] propuseram inicialmente o software *barometroR*, demonstrando a viabilidade de manter a confiabilidade do BS com um conjunto reduzido de 10 atributos de entrada em um estudo preliminar. Posteriormente, [Camacho 2023] expandiu a arquitetura da ferramenta, desenvolvendo uma nova versão capaz de automatizar todo o ciclo de extração, tratamento e carregamento (ETL, do inglês *Extract, Transform, Load*), assim como, a visualização do BS considerando um número flexível de atributos e projetada em nível estadual. Contudo, faz-se necessária à sua aplicação analítica em cenários de alta complexidade para a efetiva extração de conhecimento territorial.

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo principal aplicar a versão mais recente do software *barometroR* para avaliar o Barômetro da Sustentabilidade (BS) nos 39 municípios da mesorregião do Sudeste Paraense. A escolha desta região justifica-se por sua extrema disparidade socioeconômica, abrigando o maior polo minerador de ferro do mundo e, paradoxalmente, concentrando municípios com gravíssimos problemas sociais e ambientais, o que forma um mosaico de contrastes que exige uma análise detalhada para fundamentar o planejamento público.

Para alcançar este propósito, delineiam-se os seguintes objetivos específicos: demonstrar a aplicabilidade e a robustez do software em um cenário regional de alta heterogeneidade territorial, analisar de modo multidimensional os índices de sustentabilidade, englobando a totalidade dos 39 municípios da região, identificar as variáveis críticas em cada dimensão avaliada, e discutir caminhos e fornecer subsídios baseados em dados para a formulação de políticas públicas direcionadas à realidade local.

As seções seguintes estão organizadas da seguinte forma: Trabalhos Relacionados (Seção 2), Barômetro da Sustentabilidade (Seção 3), Software (Seção 4), Estudo de Caso: Aplicação no Sudeste Paraense (Seção 5), Resultados (Seção 6) e Conclusão (Seção 7).

## 2. Trabalhos Relacionados

O BS tem sido amplamente aplicado no Brasil como instrumento de avaliação territorial. [Kronemberger et al. 2008] conduziram análise abrangente do desenvolvimento sustentável brasileiro, identificando padrões regionais e propondo ajustes metodológicos para a realidade nacional.

No Pará, as primeiras aplicações sistemáticas foram conduzidas pela FAPESPA, que incorporou o BS aos relatórios de sustentabilidade dos 144 municípios paraenses [FAPESPA 2026]. Em escala local, [Silva e Vieira 2016] aplicaram o BS a assentamentos rurais do leste paraense, revelando que o bem-estar humano apresenta desempenho consistentemente inferior ao ecossistêmico. [Cardoso et al. 2016] aplicaram o BS em Moju (PA) incorporando a dimensão institucional e demonstraram que indicadores de governança são determinantes para o desempenho geral de sustentabilidade.

Quanto à automação computacional do BS, [Camacho e Farias 2021] foram pioneiros ao propor o algoritmo *barometroR* em R. O software empregou correlação e a análise de componentes principais para seleção de características [Neto e Moita 1998], obtendo precisão de 73,08% na classificação de 13 municípios com apenas 10 atributos. Já [Camacho 2023], base deste trabalho, avança por automatizar o fluxo ETL de fontes heterogêneas, por exemplo IBGE, PNUD, DATASUS, INPE, e por implementar a compatibilização temporal via Área Mínima de Comparação (AMC), o que resultou na geração de visualizações analíticas integradas. Essa abordagem superou as limitações dos trabalhos anteriores, que dependiam de coleta manual de dados e processamento *ad hoc*, ampliando a velocidade para a entrega de resultados antes realizados de forma estritamente manual. É a partir dessa infraestrutura consolidada que o presente estudo se viabiliza, aplicando a ferramenta para analisar a fundo os 39 municípios do Sudeste Paraense

## 3. Barômetro da Sustentabilidade

O BS é uma metodologia proposta por [Prescott-Allen 2001] para medir o nível de bem-estar humano (HWI, do inglês *Human Wellbeing Index*) e ecossistêmico (EWI, do inglês *Ecosystem Wellbeing Index*) de forma integrada. O BS classifica territórios em níveis Insustentável [0–20], Potencialmente Insustentável (20–40), Intermediário (40–60), Potencialmente Sustentável (60–80] e Sustentável (80–100].

A modelagem matemática do BS baseia-se na Escala de Desempenho Municipal (EDM), que define os limites anterior (A) e posterior (P) de cada variável. A escala do BS é calculada pela equação (1):

$$BS_X = \left[ \left[ \frac{(DM_A - DM_x)(BS_A - BS_P)}{(DM_A - DM_P)} \right] (-1) \right] + BS_A \quad (1)$$

onde  $DM_A$  e  $DM_P$  denotam os desempenhos municipais anterior e posterior, e  $BS_A$  e  $BS_P$  denotam os BS anterior e posterior [Kronemberger et al. 2004].

As notas individuais obtidas pelo  $BS_X$  são agregadas por média aritmética e organizadas em temas, dimensões e eixos de bem-estar. É válido destacar que uma das vantagens do BS está associada à flexibilidade que permite customização de dimensões, variáveis e métricas conforme o contexto de aplicação, oportunizando sua replicabilidade em diferentes escalas e maior facilidade de interpretação qualitativa [Van Bellen 2002]. Diante do exposto, a Tabela 1 apresenta 22 atributos de entrada utilizados das dimensões ambiental, social e econômica.

**Tabela 1. Atributos utilizados no cálculo do BS para o Sudeste Paraense**

Código	Descrição	Dim.	Fonte
AGUA_ESGOTO	Dom. sem abastecimento adequado (%)	Amb.	IBGE 2010
PFLORA	Cobertura vegetal natural (%)	Amb.	INPE 2020
PFOCOS	Focos de calor (por 1.000 km <sup>2</sup> )	Amb.	INPE 2020
PINTERDRSAI	Internações por doenças de saneamento (%)	Amb.	DATASUS
T_BANAGUA	Pop. c/ banheiro e água encanada (%)	Amb.	IBGE 2010
T_LIXO	Pop. c/ coleta de lixo (%)	Amb.	IBGE 2010
MORT5	Mortalidade até 5 anos (por mil hab.)	Soc.	IBGE 2010
POP_URB	Pop. em área urbana (%)	Soc.	IBGE 2010
T_AGUA	Pop. c/ água encanada (%)	Soc.	IBGE 2010
T_ANALF15M	Taxa de analfabetismo ≥ 15 anos (%)	Soc.	IBGE 2010
T_ENV	Taxa de envelhecimento (%)	Soc.	IBGE 2010
CPR/P_FORMAL	Trabalho informal / Grau de formalização (%)	Eco.	IBGE 2010
GINI/THEIL	Índice de Gini / Índice de Theil-L	Eco.	IBGE 2010
RENOcup	Rendimento médio dos ocupados (R\$)	Eco.	IBGE 2010
REN_PIBPC_D	PIB per capita (R\$ mil)	Eco.	IBGE 2010
T_ATIV	Taxa de atividade (≥ 10 anos) (%)	Eco.	IBGE 2010

Na dimensão Ambiental, os atributos selecionados agregam dados sobre a natureza, aspectos comportamentais/culturais, e a infraestrutura de oferta de serviços básicos que impactam diretamente no meio ambiente, sobre o déficit da oferta de água e esgoto tratados, acesso à banheiro, coleta de lixo urbano, entre outros. Já na dimensão social, os atributos selecionados se concentram em representar aspectos estruturais associados ao desenvolvimento humano e a dinâmica demográfica dos municípios. Para isso, são utilizados atributos como taxas de mortalidade na infância (até 5 anos), índice de analfabetismo adulto, grau de urbanização, entre outros, os quais fornecem uma radiografia precisa das vulnerabilidades populacionais. Por fim, a dimensão econômica

visa corroborar com a avaliação do BS ao incorporar variáveis de geração de riqueza, distribuição de renda e dinâmica do mercado de trabalho. Para isso, são adotados atributos que tratam de indicadores como Produto Interno Bruto (PIB) per capita, rendimento médio, taxa de atividade, entre outros, sendo elementos cruciais para desvendar o paradoxo econômico local.

#### **4. Software para Monitoramento de Sustentabilidade**

O software proposto por [Camacho 2023], implementado em GNU R, automatiza o ciclo completo de monitoramento desde a coleta dos dados brutos até a geração dos produtos analíticos. Adota o padrão arquitetural *Pipe and Filters*, com seis etapas sequenciais e independentes, sendo elas extração, filtragem, carga, transformação, cálculo do BS e visualização dos resultados.

Na extração e coleta de dados das fontes oficiais, foram adotadas diversas bases de dados, sendo elas: Atlas PNUD, basedosdados.org via BigQuery, FTP IBGE e DATASUS. Durante a extração e coleta, foi considerado o *download* do registro de metadados, isto é, data de coleta e URL de coleta, para garantir a rastreabilidade.

#### **5. Estudo de Caso: Aplicação no Sudeste Paraense**

A mesorregião do Sudeste Paraense é composta por 39 municípios em uma área de aproximadamente 500.000 km<sup>2</sup>, representando cerca de 40% do território estadual. A região caracteriza-se por uma das matrizes econômicas mais complexas e contraditórias do Brasil, onde abriga o maior complexo de extração de minério de ferro do mundo (polo Carajás – Parauapebas e Canaã dos Carajás, com operações lideradas pela Vale S.A.), a Usina Hidrelétrica de Tucuruí (maior hidrelétrica nacional em potência instalada) e vastas fronteiras agropecuárias, ao passo que abriga municípios com baixíssimo desenvolvimento humano e graves deficiências em infraestrutura básica [Santos 2017].

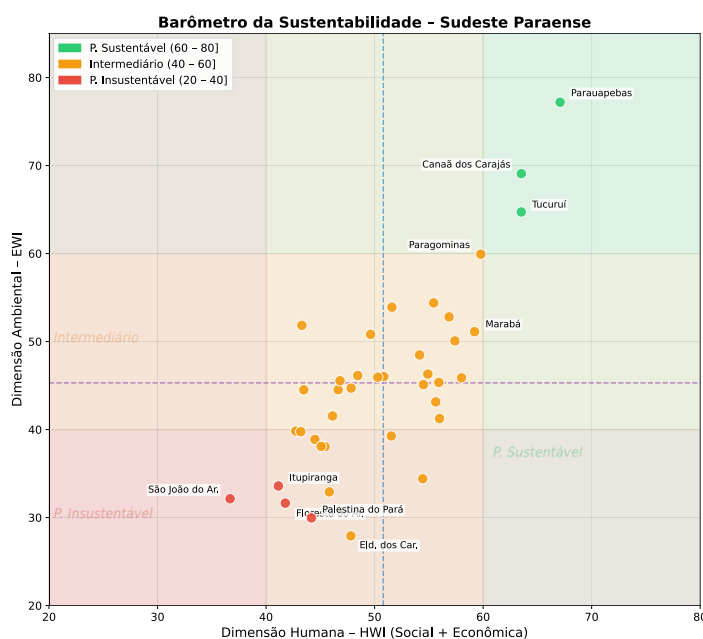
O processo de ocupação, impulsionado pela abertura das rodovias PA-150 e BR-155 nos anos 1960 e acelerado pela implantação da UHE Tucuruí (1984) e da Estrada de Ferro Carajás (1985), atraiu fluxos migratórios intensos e gerou conflitos fundiários que marcaram profundamente a história regional. O emblemático conflito de Eldorado dos Carajás (1996) e as décadas de tensão agrária em Marabá e Santana do Araguaia são exemplos dessas contradições [CPT 2025].

Economicamente, a região responde por aproximadamente 50% do Valor Adicionado Bruto (VAB) industrial do Pará [FAPESPA 2024]. Contudo, essa riqueza é drasticamente concentrada nos municípios de Parauapebas, Canaã dos Carajás e Tucuruí, os quais detêm a quase totalidade desses ganhos. Esse cenário cria um profundo paradoxo intrarregional, onde a riqueza deste pequeno grupo contrasta com os outros 36 municípios do Sudeste Paraense, que possuem indicadores de pobreza e informalidade comparáveis às áreas mais vulneráveis da região Norte do Brasil [Santos 2017].

#### **6. Resultados e Discussões**

Esta seção apresenta os resultados da aplicação da versão mais recente do software *barometroR* para avaliação do Barômetro da Sustentabilidade nos 39 municípios da mesorregião do Sudeste Paraense. A aplicação resultou em WBI médio de 48,1 (Intermediário), segundo maior entre as seis mesorregiões paraenses, atrás da Metropolitana de Belém (BS = 61,7) [Camacho 2023].

A Figura 1 posiciona os 39 municípios no gráfico bidimensional BS ( $EWI \times HWI$ ), onde as linhas pontilhadas marcam as médias regionais de  $HWI = 50,8$  e  $EWI = 45,3$ . Conforme é possível observar, os resultados indicam que nenhum município atingiu níveis Insustentável ( $BS \leq 20$ ) ou Sustentável ( $BS > 80$ ), estando distribuídos entre o intervalo de  $20 < BS \leq 80$ .



**Figura 1. Barômetro da Sustentabilidade – Sudeste Paraense ( $EWI \times HWI$ ). Linhas pontilhadas representam as médias regionais.**

Conforme observado na Figura 1, a concentração da grande maioria dos municípios na zona Intermediária evidencia que, apesar de a região deter a segunda maior média estadual do BS, há uma demanda urgente por investimentos integrados nas três dimensões. O retrato apurado pelo software revela um cenário de polarização: enquanto apenas três municípios despontam como Potencialmente Sustentáveis, 30 estacionam na faixa Intermediária e seis são classificados em situação de alerta como Potencialmente Insustentáveis. Deste modo, os resultados revelam a existência de uma grave concentração de renda, na qual as cidades mais ricas não integram políticas de desenvolvimento conjunto com o seu entorno.

Conseqüentemente, essa ausência de cooperação intermunicipal pode desencadear severos passivos socioeconômicos, resultando em fluxos migratórios desordenados a partir das cidades vizinhas, que sofrem com a desigualdade de oportunidades de trabalho, com a pobreza e com a sobrecarga de seus já frágeis serviços públicos. Com isso, os resultados apontam a existência de uma disparidade drástica entre municípios que, muitas vezes, compartilham as mesmas fronteiras físicas.

A manifestação dessa desigualdade econômica reflete-se diretamente no colapso da infraestrutura básica dos municípios marginalizados. Isso é corroborado pelos resultados da dimensão ambiental, que apresentou o menor desempenho médio regional (BS = 45,3). Dentro desta dimensão, a variável referente ao percentual da população com banheiro e água encanada (T\_BANAGUA) foi a única classificada como Insustentável na média regional, atingindo um BS crítico de 16,5. Esse déficit expõe um descompasso alarmante com o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020) [Brasil 2020].

O retrato mais agudo dessa falha de conversão é observado em municípios como Itupiranga (BS = 37,4), onde apenas 14% da população possui abastecimento de água e alarmantes 0,97% contam com esgotamento sanitário adequado [IAS 2020]. Diante desse cenário, fica evidente a urgência de uma revisão nas políticas de distribuição de recursos visando mitigar as disparidades, garantindo que a geração de valor econômico regional se traduza em desenvolvimento estrutural, na redução da vulnerabilidade sanitária e na melhoria concreta da dignidade de toda a população.

A partir dos resultados, observa-se uma dinâmica similar de falha no provimento de infraestrutura para a dimensão social do BS, cujo índice médio alcançado foi de 52,1. Dentre os indicadores avaliados, as taxas de analfabetismo para maiores de 15 anos (T\_ANALF15M) desponta como gargalo mais crítico, classificada como Potencialmente Insustentável na média regional, com índice de 24,5.

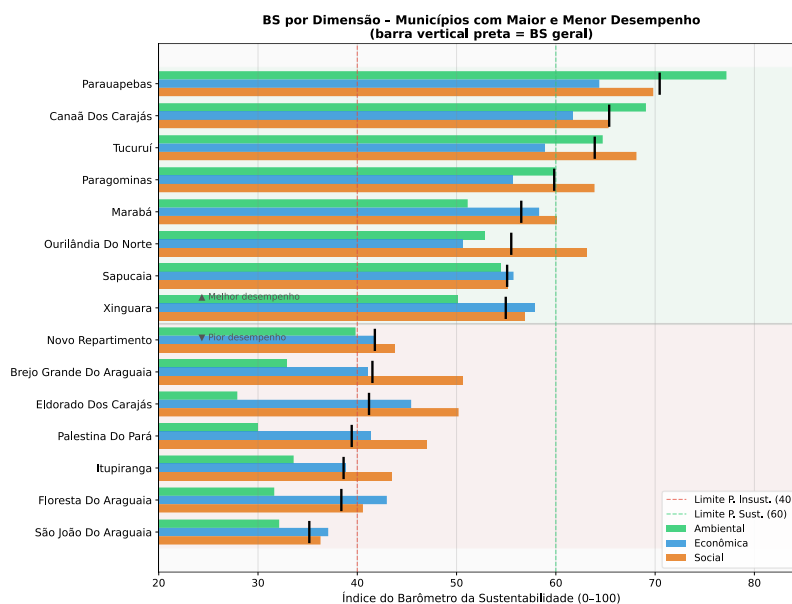
Na variável de analfabetismo (T\_ANALF15M), 14 municípios foram classificados na faixa Insustentável, com os piores casos registrados em Cumarú do Norte e São João do Araguaia (ambos com BS crítico de 18,8). O município de Cumarú do Norte é particularmente emblemático quanto ao retrocesso no desenvolvimento humano, apresentando uma taxa de analfabetismo adulto de 25,2% em 2010.

A raiz desse ciclo de exclusão, evidenciado nas dimensões ambiental e social, encontra sua explicação na análise da dimensão econômica. Embora esta dimensão tenha apresentado o melhor desempenho médio geral (BS = 49,5), tal valor mascara o paradoxo vivido no Sudeste Paraense: a região detém o maior VAB industrial e o maior PIB per capita do estado, mas convive com baixa renda e alta informalidade na grande maioria de seus municípios. Essa distorção estatística fica clara ao observar que as variáveis de PIB per capita (REN\_PIBPC\_D) e formalização do trabalho (P\_FORMAL) apresentaram médias regionais de apenas 33,4 e 33,6, respectivamente, ambas classificadas como Potencialmente Insustentáveis. A discrepância ocorre porque a robustez do PIB per capita regional é virtualmente monopolizada pelos polos de Parauapebas, Canaã dos Carajás e Tucuruí [Santos 2017], não irradiando prosperidade para o restante do território. Tal desigualdade também é confirmada pelos índices de GINI, Theil e TheilTrab que medem a concentração de renda e oportunidades na região e apresentaram desempenho Potencialmente Insustentável.

A variável de formalização do trabalho (P\_FORMAL) ilustra de forma categórica essa polarização. Impulsionado pelas rigorosas exigências trabalhistas e pela alta especialização do setor minerário, Parauapebas é o único município a alcançar o nível

Potencialmente Sustentável (BS = 61). Em contrapartida, cidades que já haviam demonstrado colapso nas dimensões anteriores ressurgem com índices críticos na economia, a exemplo de São João do Araguaia (BS = 17,2), Novo Repartimento (BS = 17,3) e Itupiranga (BS = 18,6), que despencaram para o nível Insustentável, amargando cenários de precariedade nos quais menos de 20% dos ocupados possuem empregos formais.

De modo geral, a análise integrada da Figura 2 ilustra com clareza a extrema polarização no Sudeste Paraense. Ao comparar o desempenho dos municípios nas três dimensões do BS, identifica-se um bloco de alto desempenho, composto por Parauapebas, Canaã dos Carajás e Tucuruí, com BS geral superior a 60 (Potencialmente Sustentável), impulsionado por picos de excelência ambiental e econômica. No extremo oposto, situa-se o bloco de municípios com os piores desempenhos, como São João do Araguaia (BS ambiental = 32,1), Eldorado dos Carajás (BS ambiental = 27,9) e Palestina do Pará (BS ambiental = 29,8). Essa assimetria reforça a tese de que as externalidades negativas do modelo extrativista incidem desproporcionalmente sobre os municípios sem forte presença corporativa ou industrial.



**Figura 2. BS por dimensão para os oito melhores e os sete piores municípios. Barra preta vertical representa o BS sintético geral.**

Para romper com essa disparidade e promover o desenvolvimento sustentável integrado da mesorregião, é imperativa a formulação de políticas públicas pautadas na redistribuição regional de renda. Uma via técnica promissora é a criação de um Fundo de Desenvolvimento Regional, alimentado por um percentual solidário da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) arrecadada pelos municípios-polo. Esse fundo teria como objetivo financiar exclusivamente projetos de infraestrutura básica (como saneamento) e educação nas cidades vizinhas vulneráveis, direcionando os recursos conforme as necessidades apontadas pelo BS.

Por fim, os resultados indicam que o monitoramento contínuo viabilizado pelo *software barometroR* atesta que o desenvolvimento de um estado não pode ser mensurado

por ilhas de excelência, exigindo pactos territoriais que transformem a riqueza mineral finita em um legado estrutural de equidade social para toda a região.

## 7. Conclusão

Este trabalho apresentou a aplicação do software *barometroR* para o monitoramento multidimensional da sustentabilidade, avaliando a totalidade dos 39 municípios do Sudeste Paraense. A ferramenta demonstrou aplicabilidade e robustez ao evidenciar que o BS médio regional de 48,1 (Intermediário) mascara profundas disparidades intraregionais. Os resultados revelaram um cenário de forte polarização: enquanto as "ilhas de prosperidade" formadas por Parauapebas (72,1), Canaã dos Carajás (66,3) e Tucuruí (64,1) alcançam o nível Potencialmente Sustentável, a grande maioria dos municípios sofre com passivos históricos, com destaque negativo para São João do Araguaia (34,4), Floresta do Araguaia (36,7), Palestina do Pará (37,1) e Itupiranga (37,4), que permanecem com índices críticos

A análise granular permitiu identificar diferentes desafios estruturais prioritários que perpetuam a vulnerabilidade da região, tais como, a alarmante exclusão na infraestrutura de saneamento básico, a estagnação educacional focada no analfabetismo adulto, e a precarização econômica gerada pela informalidade do trabalho. A partir deste trabalho é possível concluir que a extrema riqueza gerada pelo modelo extrativista pode servir como um enclave, não irradiando desenvolvimento humano ou ambiental para os municípios vizinhos.

Como contribuição ao planejamento governamental, o estudo fornece subsídios concretos que justificam a necessidade de políticas públicas de redistribuição de renda em caráter regional, a partir do fomento de consórcios intermunicipais e da utilização parcelas solidárias da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais para fundos de infraestrutura.

Por fim, do ponto de vista técnico e metodológico, a presente análise supera as limitações de trabalhos anteriores [Camacho e Farias 2021] ao automatizar a integração de 22 atributos em três dimensões, assim como, por ampliar o escopo analítico de 13 para 39 municípios. Como trabalhos futuros, espera-se incorporar a dimensão Institucional com variáveis de governança municipal e desenvolver painéis interativos, *dashboards* de *Business Intelligence*, para viabilizar o acompanhamento contínuo e acessível da sustentabilidade em todo o estado do Pará.

## 8. Referências

- Brasil. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera outras legislações. Brasília: Presidência da República, 2020. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14026.htm)>. Acesso em: 29 mar. 2026.
- Camacho, M. S. e Farias, F. S. (2021). Proposição de um Algoritmo para Classificação de Desempenho Municipal em Sustentabilidade. In: Anais do WCAMA 2021. SBC.

- Camacho, M. S. (2023). Proposição de um software para monitoramento do desempenho da sustentabilidade em municípios paraenses. Dissertação de Mestrado. PPGCA/UFPA, Tucuruí, PA.
- Cardoso, A. S., de Toledo, P. M. e Vieira, I. C. G. (2016). Barômetro da sustentabilidade aplicado ao município de Moju, estado do Pará. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 12(1).
- CPT - Comissão Pastoral da Terra Nacional. (2025). Em ano de COP 30 em Belém, estudo revela que amazônia lidera conflitos no campo brasileiro. Disponível em: <https://cptnacional.org.br/2025/09/05/atlas-conflitos-campo-amazonia/>. Acesso em: 29 mar. 2026.
- De Souza Amorim, A., Araújo, M. F. F. e Cândido, G. A. (2014). Uso do barômetro da sustentabilidade para avaliação de um município localizado em região Semiárida do Nordeste Brasileiro. *Desenvolvimento em Questão*, 12(25), 189–217.
- FAPESPA – Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. **Relatório PIB do Pará 2022**. Belém, [2024]. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/wp-content/uploads/2024/11/Relatorio-PIB-Para-2022.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2026.
- FAPESPA – Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. **Barômetro da Sustentabilidade**. Belém, [2026]. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/barometro-da-sustentabilidade/>. Acesso em: 26 mar. 2026.
- IAS – Instituto Água e Saneamento (2020). *Ranking do Saneamento 2020*. São Paulo: IAS.
- IBGE (2021). *Pará: Panorama*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/panorama>. Acesso em: 15/04/2021.
- Kronemberger, D. M. P., Carvalho, C. N. e Junior, J. C. (2004). Indicadores de sustentabilidade em pequenas bacias hidrográficas: uma aplicação do "Barômetro da Sustentabilidade". *Geochimica Brasiliensis*, 18(2).
- Kronemberger, D. M. P. et al. (2008). Desenvolvimento sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do barômetro da sustentabilidade. *Sociedade & Natureza*, 20(1), 25–50.
- Neto, J. M. M. e Moita, G. C. (1998). Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. *Química nova*, 21(4), 467-469.
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2022). *Relatório de Desenvolvimento Humano 2021/2022*. Disponível em: <https://hdr.undp.org>. Acesso em: 20/01/2023.
- Prescott-Allen, R. (2001). *The Wellbeing of Nations: A Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment*. Island Press.
- Santos, M. N. (2017). *Desenvolvimento regional e mercado de trabalho no Sudeste Paraense*. Belém: FAPESPA.
- Silva, V. C. S. e Vieira, I. C. G. (2016). Barômetro da Sustentabilidade aplicado a assentamentos rurais do leste do Estado do Pará, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 36.
- VAN BELLEN, H. M. *Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa*. 2002. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, UFSC, Santa Catarina.