



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA RURAL
BACHAREL EM ENGENHARIA AMBIENTAL

MARIA LUÍSA LIMA NEGROMONTE

PROPOSTA DE INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E SOCIAL
BASEADO EM ÍNDICES RELACIONADOS AOS OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DA REGIÃO NORDESTE.

RECIFE

2025

MARIA LUÍSA LIMA NEGROMONTE

**PROPOSTA DE INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E SOCIAL
BASEADO EM ÍNDICES RELACIONADOS AOS OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DA REGIÃO NORDESTE.**

Projeto Final de Curso apresentado ao Corpo Docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção de título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador:

Prof. Dr. André Felipe de Melo Sales Santos

Coorientadora:

Prof(a). Dr(a). Chiara Natércia França Araújo

Recife, PE

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

N393p Negromonte, Maria Luísa Lima.
Proposta de indicador de sustentabilidade ambiental e social baseado em índices relacionados aos objetivos de desenvolvimento sustentável: estudo de caso da região nordeste / Maria Luísa Lima Negromonte. – Recife, 2025.
61 f.; il.

Orientador(a): André Felipe de Melo Sales Santos.

Co-orientador(a): Chiara Natércia França Araújo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Ambiental, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Indicadores ambientais. 3. Desenvolvimento urbano sustentável. 4. Cidades e vilas 5. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável. I. Santos, André Felipe de Melo Sales, orient. II. Araújo, Chiara Natércia França, coorient. III. Título

CDD 628

MARIA LUÍSA LIMA NEGROMONTE

**PROPOSTA DE INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E SOCIAL
BASEADO EM ÍNDICES RELACIONADOS AOS OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL:
ESTUDO DE CASO DA REGIÃO NORDESTE.**

Projeto Final de Curso apresentado ao Corpo Docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários à obtenção de título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Aprovada em 21 de março de 2025, com nota 9,5, pela banca examinadora.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Felipe de Melo Sales Santos – Orientador
UFRPE

Prof(a). Dr(a). Chiara Natércia França Araújo – Coorientadora
UFRPE

Prof(a). Dr(a). Leocádia Terezinha Cordeiro – Membro Convidado
UFRPE

Prof. Dr. Marcos Antônio Barbosa de Lima – Membro Convidado
UFRPE

Recife
2025

Dedico este trabalho à minha família, que tanto amo, e me incentiva.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha família, que sempre esteve ao meu lado em todas as etapas deste trabalho. Seu apoio incondicional, amor e incentivo foram essenciais para que eu pudesse superar os desafios e chegar até aqui. Em especial, minha mãe, Marília Negromonte, e meu pai, Rostand Negromonte, que me levaram e buscaram da escola todos os dias e me apoiaram em todas as escolhas que fiz durante minha jornada acadêmica. Minha prima, Maria Rebouças, e minha tia, Edith Negromonte, que me acolheram nesses anos na universidade, me ouviram, incentivaram e ajudaram a fazer este trabalho. Minha avó, Auxiliadora Negromonte, e Lúcia Feliciano, que sempre me deram amor.

Gostaria, também, de agradecer aos meus amigos, Vanessa Lima, Rebeca Albuquerque e Alexandre Freire, que sempre me encorajaram a perseguir meus objetivos e me ajudaram a manter a motivação em momentos difíceis. Suas palavras de ânimo e incentivo foram fundamentais para a realização deste PFC.

Agradeço aos meus orientadores, Professor André Felipe de Melo Sales Santos e a Professora Chiara Natércia França Araújo que, com paciência e dedicação, acompanharam todo o processo de elaboração deste trabalho, fornecendo orientações valiosas e contribuindo para seu desenvolvimento. Sem suas colaborações, este PFC não seria possível. E a todos os professores que me acompanharam durante minha trajetória acadêmica e que, de alguma forma, contribuíram para a elaboração deste trabalho.

Por fim, quero expressar minha gratidão à Universidade Federal Rural de Pernambuco que me acolheu como aluna e me proporcionou uma formação completa e diversificada. Seus valores e sua missão institucional foram inspiradores para minha trajetória acadêmica e profissional.

“O aspecto mais triste da vida atualmente é que a ciência reúne conhecimento mais rapidamente do que a sociedade reúne sabedoria.”

Atribuído à Isaac Asimov.

RESUMO

A busca pelo desenvolvimento sustentável requer uma abordagem integrada que leve em consideração fatores ambientais, sociais e econômicos. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a sustentabilidade ambiental e social na Região Nordeste do Brasil por meio de indicadores relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e na criação do Índice de Sustentabilidade Global (ISG), que sintetiza os resultados obtidos. Foram coletados e analisados dados secundários de fontes oficiais, como o IBGE e o projeto MapBiomas, para calcular sete índices agregados associados aos ODS 3, 6, 7, 11 e 13. Os resultados indicaram que, embora haja avanços em algumas áreas, ainda existem desafios significativos relacionados ao saneamento básico, desigualdade urbana e vulnerabilidade ambiental. Os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas mais eficazes, investimentos em infraestrutura sustentável e uma abordagem estratégica para reduzir desigualdades regionais e promover um desenvolvimento sustentável mais equitativo.

Palavras-Chave: desenvolvimento sustentável; indicadores ambientais; ODS; sustentabilidade urbana.

ABSTRACT

The pursuit of sustainable development requires an integrated approach that considers environmental, social, and economic factors. In this context, this study aimed to analyze environmental and social sustainability in the Northeastern Region of Brazil through indicators related to the Sustainable Development Goals (SDGs) and the creation of the Global Sustainability Index (ISG), which synthesizes the obtained results. Secondary data from official sources, such as IBGE and the MapBiomass project, were collected and analyzed to calculate seven aggregated indices associated with SDGs 3, 6, 7, 11, and 13. The results indicated that, although some progress has been made in certain areas, significant challenges remain concerning basic sanitation, urban inequality, and environmental vulnerability. These findings reinforce the need for more effective public policies, investments in sustainable infrastructure, and a strategic approach to reducing regional inequalities and promoting a more equitable and sustainable development.

Keywords: sustainable development; environmental indicators; SDGs; urban sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa da região Nordeste	16
Figura 2. Diagrama da relação entre os ODS e os índices	26
Figura 3. Gráfico de Ocorrência de Doenças nos estados do Nordeste	36
Figura 4. Gráfico de Acesso a Medicamentos nos estados do Nordeste.....	37
Figura 5. Gráfico de Acesso a Dentista nos estados do Nordeste	38
Figura 6. Gráfico comparativo entre o abastecimento e tratamento de água nos municípios dos estados do Nordeste	40
Figura 7. Gráfico do percentual de moradores que utilizam combustível limpo para cocção dos estados do Nordeste	43
Figura 8. Gráfico comparativo entre as fontes de energia dos estados do Nordeste.....	44
Figura 9. Gráfico comparativo entre o total e as pessoas pretas que vivem em habitações não convencionais dos estados do Nordeste	46
Figura 10. Gráfico dos moradores em favelas e comunidades urbanas nos estados do Nordeste	47
Figura 11. Gráfico dos municípios nos estados do Nordeste, totais e atingidos por alagamento nos últimos 4 anos.....	47
Figura 12. Gráfico das áreas em zona de risco não vegetada nos estados do Nordeste.....	48
Figura 13. Gráfico dos municípios com algum instrumento de planejamento de gestão de riscos e desastres nos estados do Nordeste.....	50
Figura 14. Gráfico da área vegetada do setor censitário urbano nos estados do Nordeste	51
Figura 15. Gráfico de municípios com serviço de manejo de resíduos sólidos dos estados do Nordeste	51
Figura 16. Gráfico quanto a disposição final do resíduo sólido nos estados do Nordeste.....	52
Figura 17. Gráfico comparativo quanto a destinação adequada dos resíduos nos estados do Nordeste entre ao anos 2000 e 2008	53
Figura 18. Cartograma do ISG do Nordeste	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação dos Índices com seu respectivo ODS	25
Tabela 2. Indicadores e operacionalização de acordo com cada índice agregado	27
Tabela 3. Fontes de utilizadas de acordo com cada indicador estudado, pesquisa e ano da pesquisa.....	30
Tabela 4. Demonstração do <i>score</i> ideal para o ISG	32
Tabela 5. Classificação do ISG	33
Tabela 6. Cálculo do IOD e do IASS dos estados do Nordeste	35
Tabela 7. Cálculo do ISB dos estados do Nordeste	39
Tabela 8. Cálculo do IAFEa dos estados do Nordeste	42
Tabela 9. Cálculo do IDU e do IAR dos estados do Nordeste.....	45
Tabela 10. Cálculo do IPQA dos estados do Nordeste	49
Tabela 11. Cálculo do ISG dos estados do Nordeste	53
Tabela 12. Ranking dos estados do Nordeste quanto a sua sustentabilidade.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO ₂	Dióxido de carbono
GEE	Gases de Efeito Estufa
IAFEA	Índice de Acesso a Fontes de Energia Alternativa
IAR	Índice de Áreas de Risco
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDS	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável
IDU	Índice de Desigualdade Urbana
IOD	Índice de Ocorrência de Doença
IPQA	Índice de Planejamento e Qualidade Ambiental
ISB	Índice de Saneamento Básico
ISG	Índice de Sustentabilidade Global
MUNIC	Pesquisa de Informações Básicas Municipais
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PNADC/A	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
UF	Unidade da Federação
UPA	Unidades Primárias de Amostragem
WWF	World Wildlife Foundation

LISTA DE SÍMBOLOS

Σ	Somatório
$\leq$	Menor ou igual que

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	DESENVOLVIMENTO	16
2.1	REVISÃO TEÓRICA	16
2.1.1	Indicadores e Índices.....	16
2.1.2	ODS e sua Relação com os Indicadores Ambientais	17
2.2	OBJETIVOS.....	21
2.2.1	Geral.....	21
2.2.2	Específicos	22
2.3	METODOLOGIA	22
2.3.1	Área de Estudo.....	22
2.3.2	Banco de Dados	24
2.3.3	Operacionalização.....	25
2.3.4	Consolidação dos dados.....	32
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
2.4.1	ODS 3: Saúde de Qualidade.....	33
2.4.2	ODS 6: Água potável e Saneamento.....	38
2.4.3	ODS 7: Energia Acessível e Limpa	41
2.4.4	ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis.....	44
2.4.5	ODS 13: Ação Contra a Mudança Global do Clima.....	48
2.4.6	Análise agregada dos dados	53
3	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

O termo “Desenvolvimento Sustentável” foi primeiramente definido em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela Organização das Nações Unidas (ONU), no relatório *Nosso Futuro Comum*, mais conhecido como Relatório Brundtland. A definição mais aceita é: “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades das gerações atuais, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações” (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987)

De acordo com a (ONU), no começo do século XXI, bilhões de cidadãos viviam na pobreza, havia ameaças à saúde global, desastres naturais mais frequentes e intensos, esgotamento dos recursos naturais e impactos adversos da degradação ambiental, incluindo desertificação, secas, degradação da terra, escassez de água potável e perda de biodiversidade. Diante desse cenário, em 2015, na Assembleia Geral das Nações Unidas, realizada em Nova York, foi introduzida e assinada pelos 193 Estados-membro da ONU, a Agenda 2030, um plano global para que, até 2030, fosse alcançado um mundo melhor para todos os povos e nações. Para isso, foram criados 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas, que abrangem desde temas sociais, como a erradicação da pobreza, até a preservação do planeta, como o combate às mudanças climáticas.

Para que esses objetivos sejam alcançados, é fundamental sua implementação em nível local, especialmente nas cidades, onde se concentram os maiores desafios relacionados à sustentabilidade. Nesse contexto, os centros urbanos modernos apresentam dificuldades na mobilidade, devido a um grande número de veículos motorizados, que dificultam a locomoção e contribuem para a deterioração da qualidade do ar por meio das emissões de CO₂. Além disso, há uma carência de áreas verdes, especialmente de uma flora diversa, o que reduz o sequestro de carbono e a evapotranspiração, contribuindo para o aumento da temperatura relativa do ar. Assim, surge a necessidade de aprimorar a sustentabilidade urbana, garantindo melhor qualidade de vida para a população (Moreno *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2021).

Visando o bem-estar das pessoas, outro ponto de destaque essencial para a sustentabilidade nas cidades é o saneamento básico, que, segundo a Lei nº 11.445/2007 é 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”.

Dessa forma, o saneamento básico está intrinsecamente conectado à saúde pública. O cumprimento de suas vertentes mais conhecidas, como o abastecimento de água potável e o esgotamento sanitário, é fundamental para prevenir doenças de veiculação hídrica, como as feco-orais, as transmitidas através do contato com a água e as relacionadas com a higiene. Além disso, o manejo adequado dos resíduos sólidos e a drenagem pluvial urbana auxiliam no controle de vetores transmissores de doenças (Santos *et al.*, 2021).

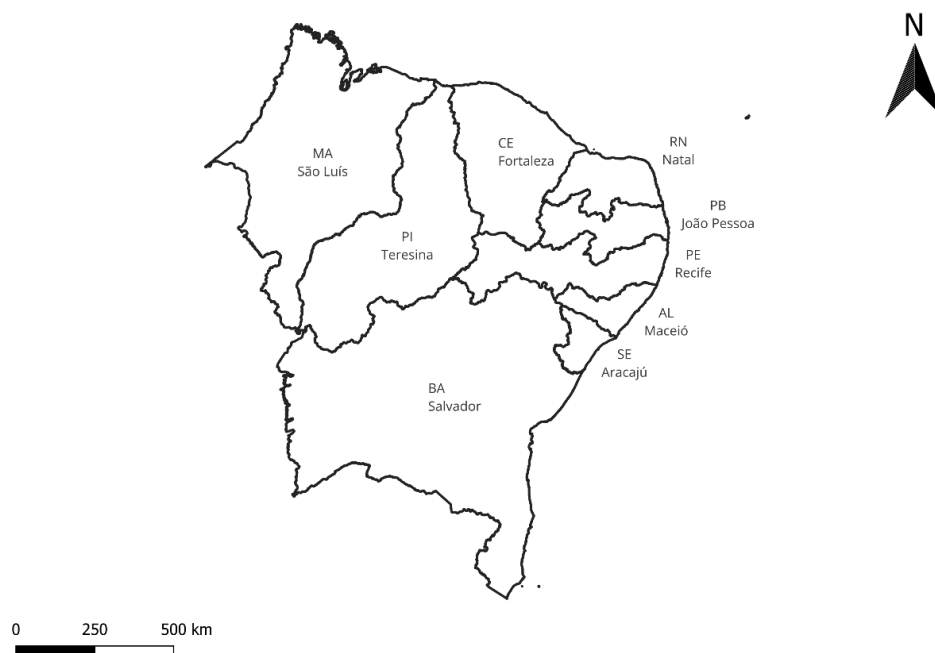
No entanto, a falta de infraestrutura urbana não impacta apenas a saúde, mas também aumenta a exposição da população a desastres ambientais. Em muitas cidades, a ocupação desordenada do solo e a ausência de planejamento tornam certas áreas mais suscetíveis a deslizamentos e a eventos climáticos intensos, como enchentes e queimadas. Essas regiões, conhecidas como áreas de risco, geralmente são habitadas por populações de baixa renda, que enfrentam exclusão social, e apresentam condições precárias de moradia e saneamento (Aquino, Paletta e Almeida, 2017).

Assim, como forma de quantificar e apresentar um cenário dessas diversas variáveis, há os indicadores, que são ferramentas que permitem a obtenção de informações sobre determinada realidade, comunicando de forma eficiente o estado de um fenômeno. Com esses dados é possível monitorar o desenvolvimento do elemento avaliado, como as ODS (Kristensen e Mosgaard, 2020; Silva, 2023).

Dessa forma, a presente pesquisa terá como foco os objetivos sustentáveis 3, 6, 7, 11 e 13. São eles “Boa saúde e bem-estar” (3), “Água limpa e saneamento” (6), “Energia limpa e acessível” (7), “Cidades e comunidades sustentáveis” (11) e “Ação contra a mudança global do clima” (13). A análise e interpretação dos dados serão realizadas à luz da definição desses objetivos.

A área de pesquisa deste estudo é Região Nordeste do Brasil (Figura 1), composta pelos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Essa região possui uma população de aproximadamente 54.658.515 habitantes, representando 26,91% do total brasileiro e uma área territorial de 1.552.175,419 km², ocupando 18,24% do território nacional (IBGE, 2022).

Figura 1. Mapa da região Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Diante do crescimento econômico observado na região após a pandemia de COVID-19, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - Secretaria de Comércio Exterior (2024), espera-se uma melhoria nas condições ambientais e de saúde, alinhada aos princípios do Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pelos ODS. No entanto, para que esses avanços sejam efetivos e sustentáveis, é essencial monitorar continuamente os indicadores socioambientais, permitindo uma análise crítica sobre os desafios e oportunidades enfrentados pela Região Nordeste. Dessa forma, este estudo busca contribuir para a compreensão desses aspectos, fornecendo uma avaliação baseada em dados e evidências que possam subsidiar políticas públicas e estratégias voltadas ao desenvolvimento sustentável.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO TEÓRICA

2.1.1 Indicadores e Índices

De acordo com Vollset *et al.* (2020), previsões de população e cenário são importantes ferramentas de planejamento e gerenciamento de riscos para o Estado, já que o governo precisa

de cenários de curto e longo prazo para estimar as habilidades da futura força de trabalho, investir sabiamente em recursos de pesquisa e desenvolvimento em saúde e entender os potenciais riscos ambientais para implementar estratégias de prevenção ou mitigação.

Segundo Machado e Carvalho (2021), no mundo moderno, onde há pressões para adotar modelos de gestão estratégica alinhada à sustentabilidade, o estabelecimento de metas mensuráveis por meio de indicadores que demonstrem de forma tangível as operações, tornaram-se ferramentas indispensáveis na administração pública. As autoras argumentam que indicadores de sustentabilidade são, atualmente, considerados fatores de tomada de decisão para investidores e clientes, e Alabbasi *et al.* 2022 reforça essa ideia ao abordar como o Banco Mundial financia a busca por métodos inovadores de incorporar a sustentabilidade no cotidiano, algo que muitos órgãos públicos tentam aproveitar.

Indicadores, como ferramenta quantitativa para monitoramento e tomada de decisão, são diversos e amplos. No entanto, eles precisam ser corroborados por conhecimento científico, como consequência disso, vários autores criaram diferentes indicadores para medir a mesma temática a partir de diferentes perspectivas. Embora sejam dados quantificáveis, indicadores muitas vezes são subjetivos, para cada um que os utiliza, não apenas sua interpretação, mas também sua aplicação (Jägerbrand, 2021).

Conforme abordado por Sun *et al.* (2020), índices são formas de agregar e calcular os indicadores, dando peso a eles. Assim, cada índice pode ter vários indicadores, que enquanto separados podem mostrar uma parte da realidade, juntos revelam a imagem completa do que se está avaliando. Segundo os autores, existem diversos índices que pertencem ao meio ambiente, como o Índice de Qualidade do Ar, usado por vários países, Índice Planeta Vivo, da World Wildlife Foundation (WWF), e o Índice de Desenvolvimento Humano, da ONU.

2.1.2 ODS e sua Relação com os Indicadores Ambientais

Os ODS fornecem direção e referências para países e instituições que adotam esses objetivos para criar suas políticas. No entanto, é importante destacar que os ODS são interconectados, eles não existem de forma independente, são reconhecidas como uma rede interativa e não apenas um grupo de objetivos, alvos específicos e indicadores. Assim, é imprescindível conhecer os objetivos, suas metas e indicadores antes de aplicá-los, especialmente considerando que a forma como eles interagem entre si muda, dependendo do contexto em que estão inseridos (Hu *et al.*, 2025).

2.1.2.1 ODS 3: Boa saúde e bem-estar

A situação socioeconômica é algo intrinsecamente conectado à situação habitacional. Na sociedade o poder aquisitivo sempre foi um fator determinante na qualidade de vida das pessoas. Fontenele (2021) dota de mérito a ideia de que como a qualidade de vida pode ser quantificada dentre tantos aspectos, como a segurança e saúde, há de se haver maior atenção para como a precariedade habitacional representa grandes riscos para a saúde. Considerando que essa porção da sociedade é sujeita a viver em áreas de risco urbano, onde são submetidas a riscos ambientais, de segurança e de saúde.

Burigo e Porto (2021) adotam uma perspectiva diferenciada no que se refere à saúde pública. Para eles, enquanto que ainda reconhecido o impacto causado pelos danos à natureza, é a alimentação a principal característica que quantifica uma boa saúde. Os autores defendem que comidas saudáveis e de boa qualidade são fundamentais para a preservação de uma boa saúde, mas que ela é expressa de forma desigual, já que boa parte da população que sofre de enfermidades oriundas de má alimentação, seja por conteúdo ou qualidade, são os mais vulneráveis que não podem custear os alimentos mais saudáveis e mais caros.

Assim, independentemente da perspectiva abordada, para atingir os ODS nos grupos mais vulneráveis da sociedade requer que os governos implementem sistemas de monitoramento únicos para cada área, atendendo as necessidades da comunidade. Dessa forma, escolher os indicadores ideais é um desafio, já que precisa haver um estudo detalhado da área (Seçmen e Ibrahim, 2025).

2.1.2.2 ODS 6: Água limpa e saneamento

A água é um dos elementos mais importantes da natureza, não apenas por ser essencial para as funções metabólicas dos seres vivos, mas também por estar presente em todas as atividades diárias. Dessa forma, a água detém um valor econômico que se reflete diretamente nas condições socioeconômicas das diversas comunidades mundiais, especialmente considerando que apenas 3% de toda a água mundial são de água doce, e dessas, menos de 1% está disponível para consumo, nos rios e em reservatórios subterrâneos, com uma distribuição irregular no planeta (Telles e Costa, 2010).

É importante, no entanto, compreender que a água é um recurso renovável, parte de um ciclo hidrológico, e está em constante renovação. Logo, quando se fala sobre escassez hídrica, o problema não é a falta de água em si, mas sim a disponibilidade desigual de água

limpa e própria para uso em diferentes regiões do mundo. Esse fenômeno ocorre devido a diversos fatores, desde a realocação da água pelo ciclo hidrológico — considerando que nem sempre a água que evapora de uma área é precipitada na mesma região — até a poluição dos mananciais por atividades antrópicas (Rijsberman, 2006).

A água destinada ao consumo humano deve ser considerada potável, o que significa que, além de segura para ingestão e adequada para finalidades domésticas, também deve ser compatível com outras atividades, como as industriais. No entanto, durante o ciclo hidrológico e como consequência das atividades humanas, a água acumula impurezas ao longo de seu percurso, incluindo matéria orgânica e mineral. Dessa forma, a qualidade da água torna-se um fator crucial, pois quanto mais distante dos padrões de potabilidade ela estiver, mais complexo e custoso será tratá-la e torná-la apta para uso, segregando ainda mais quem pode consumi-la (Richter, 2014).

Assim, a etapa de tratamento e abastecimento de água potável entra em vigor, porém o saneamento é composto por mais três vertentes: coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. Embora o ODS 6 não traga metas sobre gestão de resíduos sólidos e a drenagem urbana (a ONU enquadrou no ODS 11), Qadir *et al.* (2020) afirma que gerir bem o efluente é a chave para a sustentabilidade relacionada à água em tempos em que o mundo está determinado a concretizar os objetivos de desenvolvimento sustentável.

2.1.2.3 ODS 7: Energia limpa e acessível

De acordo com a ONU, as metas em relação à "Energia limpa e acessível" até o ano de 2030 são, de forma geral, incentivar o acesso a serviços de energia a todos da melhor forma possível, assim como aumentar o uso de energias renováveis na matriz energética global e sua eficácia, promover o aumento e incentivo das pesquisas sobre energias limpas, suas infraestruturas e tecnologias, além de modernizá-las, principalmente nos países em desenvolvimento. (Chen *et al.*, 2021).

Segundo Olabi e Abdelkareem (2022), o grande problema para a popularização das fontes de energias renováveis são as políticas regulamentares, barreiras técnicas e econômicas. Os autores discutem sobre diversos métodos para superar esses obstáculos, tais como novas políticas e regulamentos que encorajem a população a usar Fontes de energia sustentáveis, avanços tecnológicos para melhorar a eficiência energética e econômica, o desenvolvimento de métodos de captura de carbono, criar tecnologias mais eficientes para capturar e armazenar energia e diminuir o uso de transportes que utilizam combustíveis fósseis.

Para combater o uso desses veículos que emitem gases de efeito estufa (GEE), existe o biocombustível, que é gerado pela conversão de biomassa, que é produzida a partir de dióxido de carbono e água, através da fotossíntese. Enquanto que fontes renováveis como energia solar e energia eólica são usadas exclusivamente na geração de eletricidade, a bioenergia é usada principalmente para produzir biocombustíveis que podem ser aplicados para a geração de calor e energia, além de seu uso no setor de transporte, substituindo, assim, elementos como carvão e a gasolina (Chen *et al.*, 2021).

As energias limpas são um ponto chave para diminuir a dependência nas fontes fósseis enquanto diminuindo as emissões de carbono, no entanto para isso ocorrer, o aumento na eficiência de energia renovável é crucial. Ademais, a eficácia das taxas de energia pode ser aprimorada com a combinação da mudança de preços e com políticas que incentivem uma mudança nos padrões do consumo de energia elétrica, incentivando o uso da energia limpa, que, quando em conjunto com incentivos fiscais, podem levar a um crescimento econômico (Dogan, Hodžić e Šikić, 2022).

2.1.2.4 ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis

Para Seçmen e Ibrahim (2025), as cidades situadas próximas ao mar são particularmente suscetíveis as mudanças climáticas, como aumento do nível do mar e maior volume pluviométrico. Os autores argumentam que o objetivo 11 prevê a mitigação desses eventos ao abordar o melhoramento da resiliência urbana e inclusão social, ao focar em moradias seguras, transportes sustentáveis e uma gestão urbana eficiente. Dessa forma, o ODS 11 possui um papel crítico em medir e guiar o desenvolvimento urbano, entretanto se mantém um dos objetivos mais difíceis de concretizar.

O crescimento urbano desordenado tende a causar problemas ambientais cada vez mais complexos, que ameaçam o ecossistema, a economia e a infraestrutura que depende dos recursos naturais. Dessa forma, o planejamento sustentável promove uma transformação das cidades em espaços verdes, o que reduz o problema ambiental causado pelo desenvolvimento urbano. Assim, o desenvolvimento urbano sustentável ampara as atividades humanas no sistema citadino, demonstrando que esse equilíbrio requer uma habilidade de se adaptar ao clima em função de melhorar a habilidade das cidades de lidar com as mudanças climáticas (Alabsi *et al.*, 2021).

Alabsi *et al.* (2021) destaca ainda, que as estratégias de mitigação implementadas nas cidades para torná-las sustentáveis dependem das características de cada área, de forma que

algumas cidades cada vez mais integram, de forma prioritária, estratégias de adaptação ao planejamento e desenvolvimento de políticas públicas. No entanto, os autores reforçam que o uso de medidas urgentes é necessário em zonas críticas para proteger a infraestrutura urbana a luz do aumento dos impactos das mudanças climáticas.

2.1.2.5 ODS 13: Ação contra a mudança global do clima

O aquecimento global é uma das maiores mudanças enfrentadas pelo planeta atualmente. Dentre todos os ODS, o número 13 é aquele que mais impactou os outros, o aumento da temperatura ambiente prejudica a qualidade de vida e potencializa problemas de saúde para a população. Além disso as mudanças climáticas também são responsáveis por grandes eventos climáticos que põem em risco a integridade física das pessoas e causam desafios ao planejamento urbano, já que muitas cidades não são construídas para suportar esse estresse (Širá *et al.* 2021).

Além disso, é necessário reconhecer que o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental estão diretamente interligados, uma vez que a prosperidade das sociedades humanas depende dos recursos naturais. Historicamente, durante as fases iniciais do crescimento econômico, houve uma exploração intensiva dos recursos naturais e pouco ou nenhum compromisso com a preservação ambiental. Entretanto, à medida que a qualidade de vida melhora e as economias amadurecem, torna-se evidente a necessidade de adotar fontes de energia renováveis e ambientalmente eficientes, que minimizem os impactos negativos no meio ambiente. Assim, a transição para um modelo de desenvolvimento sustentável não pode ser apenas um objetivo, mas uma prioridade para garantir a resiliência das cidades e a qualidade de vida das futuras gerações (Khan, Hou e Le, 2021).

Portanto, como medida de preparação para esses eventos e os efeitos que eles terão nos sistemas naturais e nas comunidades, existe uma necessidade emergencial em adaptar os costumes da vida moderna para adequá-los às mudanças climáticas. Sendo, assim, necessário agir imediatamente para evitar que efeitos como, escassez de água e elevadas temperaturas, se estendam para as gerações futuras (Alabsi *et al.*, 2021).

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Geral

Analisar a sustentabilidade ambiental e social na Região Nordeste do Brasil por meio de indicadores relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e na criação do Índice de Sustentabilidade Global (ISG), que sintetiza os resultados obtidos.

2.2.2 Específicos

- Desenvolver índices para os ODS 3, 6, 7, 11 e 13;
- Calcular os indicadores para os estados da Região Nordeste;
- Comparar os estados do Nordeste entre si e em relação à sustentabilidade ambiental e social, conforme os ODS;
- Avaliar as condições de saneamento, saúde, acesso à energia renovável, desigualdade urbana e poluição ambiental;
- Identificar os estados com maior desigualdade urbana.

2.3 METODOLOGIA

2.3.1 Área de Estudo

O Nordeste é a terceira maior região do país, atrás apenas das regiões Norte e Centro-Oeste, e, segundo dados do censo demográfico de 2010, possui uma taxa de urbanização de 73,13%. A região é também responsável por abrigar 3 em cada 10 habitantes brasileiros, possuindo uma densidade demográfica de 34,15 hab/ km² (Brasil em Números, 2024).

O estado de Alagoas ocupa uma área de 27.830,661 km², representando 1,79% do território da Região Nordeste. Com uma taxa de urbanização de 76,4%, pode-se entender que a maior parte da população vive em áreas urbanas, fato que reflete um processo de crescimento e concentração demográfica nas cidades. O estado possui uma população residente de 3.127.683 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de 112,38 hab/km², evidenciando uma distribuição populacional relativamente alta em comparação com outros estados da região. Desde o Censo de 2010, Alagoas conta com 102 municípios, mantendo sua estrutura administrativa estável. Além dos aspectos demográficos e territoriais, o estado registrou uma geração de energia elétrica de 15.230 GWh em 2022, representando um aumento de 48,5% em relação a 2021. Essa produção energética está diretamente ligada ao processo de urbanização e desenvolvimento econômico, sendo um fator essencial para o funcionamento das cidades e a melhoria da infraestrutura regional (Brasil em Números, 2024).

A Bahia é o maior estado da Região Nordeste, com uma área de 564.760,429 km², representando 36,39% do território regional. Desde o Censo de 2010, o estado conta com 417 municípios. Possui uma população total de 14.141.626 habitantes e uma densidade demográfica de 25,04 hab/km², formando uma distribuição populacional relativamente baixa em relação ao seu território. A taxa de urbanização é de 72,07%, refletindo um processo de urbanização moderado. Na área energética, a Bahia se destacou com uma geração de 50.368 GWh em 2022, o que representa um crescimento de 24,4% em relação ao período anterior (Brasil em Números, 2024).

O Ceará ocupa uma área de 148.894,447 km², o que corresponde a 9,59% do Nordeste. Desde o Censo de 2000, o estado é composto por 184 municípios. Possui uma população total de 8.794.957 habitantes e uma densidade demográfica de 59,07 hab/km², indicando uma distribuição populacional intermediária dentro da região. Sua taxa de urbanização é de 75,09%, destacando o crescimento das cidades cearenses. Apesar de sua relevância econômica, o estado registrou uma queda de 40,6% na geração de energia elétrica, totalizando 9.873 GWh em 2022 (Brasil em Números, 2024).

O estado do Maranhão tem uma área de 329.651,496 km², representando 21,24% do território do Nordeste. Desde o Censo de 2000, conta com 217 municípios. Sua população total é de 6.776.699 habitantes, com uma densidade demográfica de 20,56 hab/km², caracterizando uma distribuição populacional alta. A taxa de urbanização é de 63,08%, a menor entre os estados nordestinos, indicando um percentual significativo da população ainda vivendo em áreas rurais. Em termos energéticos, o Maranhão registrou uma geração de 11.139 GWh em 2022, porém com uma queda expressiva de 39,6% (Brasil em Números, 2024).

A Paraíba ocupa uma área de 56.467,242 km², representando 3,64% do Nordeste. Desde o Censo de 2000, o estado possui 223 municípios. A população total é de 3.974.687 habitantes, com uma densidade demográfica de 70,39 hab/km². A taxa de urbanização é de 75,37%, evidenciando um forte crescimento das cidades paraibanas. Em 2022, a Paraíba gerou 3.483 GWh de energia elétrica, apresentando um crescimento de 1,4% em relação ao ano anterior. Esse leve aumento pode indicar uma estabilidade no consumo e na produção energética do estado (Brasil em Números, 2024).

O estado de Pernambuco possui uma área de 98.067,877 km², representando 6,32% do território nordestino. Desde o Censo de 2000, conta com 185 municípios. A população total é de 9.058.931 habitantes, com uma densidade demográfica de 92,37 hab/km², sendo uma das mais altas da região. A taxa de urbanização de 80,17% demonstra um forte adensamento

urbano. A geração de energia elétrica em 2022 foi de 9.434 GWh, com uma queda de 26,5% (Brasil em Números, 2024).

O estado do Piauí tem uma área de 251.755,481 km², representando 16,22% do Nordeste. Desde o Censo de 2010, possui 224 municípios. Com uma população total de 3.271.199 habitantes, apresenta uma densidade demográfica de 12,99 hab/km², sendo uma das mais baixas da região. Sua taxa de urbanização é de 65,77%, refletindo um crescimento urbano. O Piauí gerou 14.684 GWh de energia elétrica em 2022, com um crescimento expressivo de 27,7% (Brasil em Números, 2024).

O Rio Grande do Norte ocupa uma área de 52.809,599 km², equivalente a 3,40% do território do Nordeste. Desde o Censo de 2010, o estado possui 167 municípios. A população total é de 3.302.729 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de 62,54 hab/km². A taxa de urbanização é de 77,81%, indicando uma predominância da população em áreas urbanas. Em 2022, o estado registrou uma geração de 25.932 GWh de energia elétrica, representando um crescimento de 7,6% (Brasil em Números, 2024).

Sergipe é o menor estado do Brasil, com uma área de 21.938,188 km², representando 1,41% do Nordeste. Desde o Censo de 2000, possui 75 municípios. A população total é de 2.210.004 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de 100,74 hab/km², uma das mais altas da região. A taxa de urbanização é de 73,52%, evidenciando um predomínio das áreas urbanas. A geração de energia elétrica em 2022 foi de 8.760 GWh, apresentando uma queda de 11,2% (Brasil em Números, 2024).

2.3.2 Banco de Dados

Foram coletados dados secundários sobre os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, da Região Nordeste. Os dados foram coletados no banco de tabelas estatísticas do IBGE (SIDRA) e são relativos ao Censo Demográfico, Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS), Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) e a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual (PNADC/A). Os dados foram adquiridos dos anos mais recentes que tivessem as informações procuradas (2023, 2022, 2020, 2019, 2017, 2016, 2010 e 2000).

Segundo o IBGE (2022), o Censo Demográfico é a principal fonte de referência para o conhecimento das condições de vida da população em todos os Municípios brasileiros, é a partir das informações contidas nele que é possível realizar planejamentos futuros e políticas públicas. O censo é uma pesquisa por amostragem probabilística de fontes diretas, o qual é

realizado com uma periodicidade de 10 anos. Nas demais pesquisas utilizadas nesse trabalho, com exceção da PNADC/A, o Instituto coleta dados secundários em diversos órgãos públicos e privados.

Outra fonte de dados incluiu o Projeto MapBiomas. Ele é uma colaboração entre ONGs, universidades, laboratórios e startups de tecnologia, que busca realizar o mapeamento anual da cobertura e uso da terra, além do monitoramento mensal da superfície de água e das cicatrizes de fogo. O projeto faz uso de sensoriamento remoto, através de imagens de satélite, onde todas as imagens do período selecionado são mescladas em um mosaico no *software* Google *Earth Engine*. Essa miscelânea anual representa o comportamento de cada pixel através de 105 métricas ou camadas de informação, a partir disso são produzidos mapas, para cada bioma, de cobertura e uso da terra, utilizando uma ferramenta automática do Google, chamada “*random forest*”. Assim, a classificação é feita para cada um dos anos da série, onde cada pixel tem número de camadas correspondente ao número de anos da série histórica analisada (Projeto MapBiomas).

2.3.3 Operacionalização

Buscou-se coletar dados que descrevem aspectos relacionados às condições de saúde e ao acesso à infraestrutura de saneamento básico. A seleção dos indicadores que compõem essas mencionadas esferas seguiu a lógica de Hák, Janoušková e Moldan (2016), quanto à operacionalização das metas dos objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Os Índices agregados, de acordo com cada ODS, foram divididos conforme a Tabela 1.

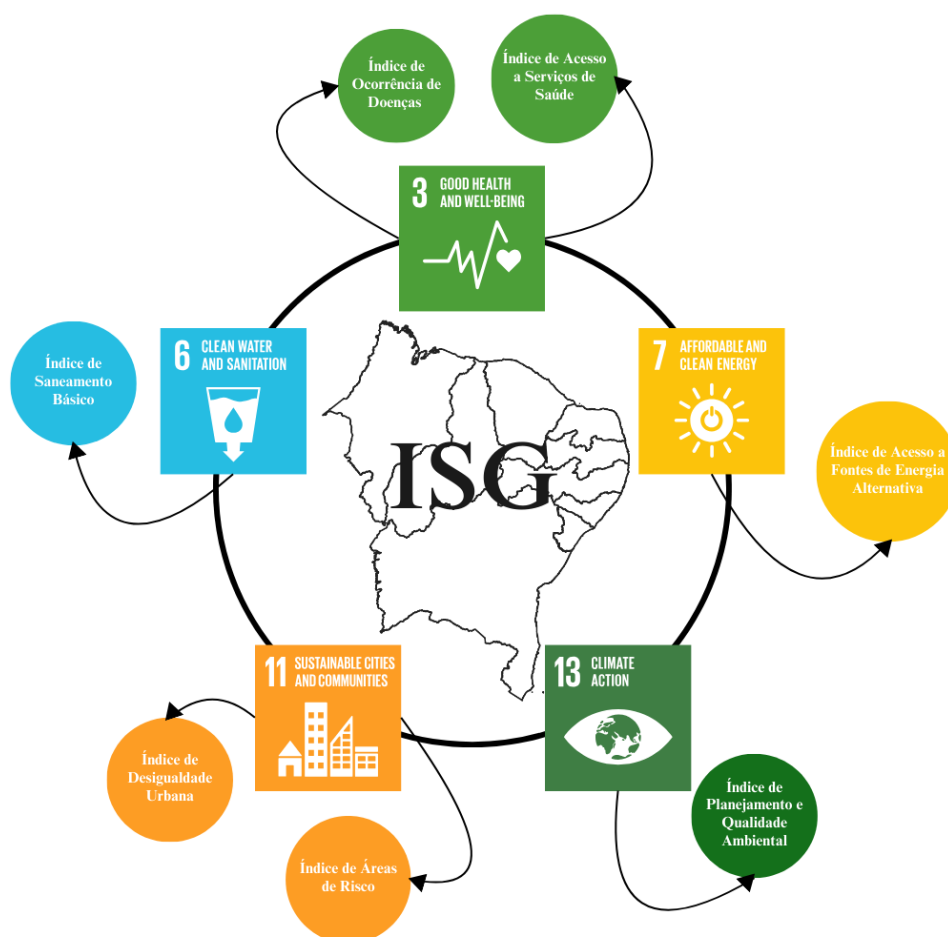
Tabela 1. Relação dos Índices com seu respectivo ODS

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável	Índice Agregado
ODS 3: Saúde de Qualidade	Índice de Ocorrência de Doença (IOD) Índice de Acesso a Serviços de Saúde (IASS)
ODS 6: Água potável e Saneamento	Índice de Saneamento Básico (ISB)
ODS 7: Energia Acessível e Limpa	Índice de Acesso a Fontes de Energia Alternativa (IAFEA)
ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis	Índice de Desigualdade Urbana (IDU) Índice de Áreas de Risco (IAR)
ODS 13: Ação Contra a Mudança Global do Clima	Índice de Planejamento e Qualidade Ambiental (IPQA)

Fonte: Autora (2025)

Uma vez coletados os dados relacionados às condições de saúde e acesso a infraestrutura de saneamento básico nos estados nordestinos, eles foram compilados em tabelas e gráficos a fim de melhor interpretá-los e foi realizado os cálculos dos sete índices agregados (Figura 2): Índice de Ocorrência de Doença (IOD), Índice de Acesso a Serviços de Saúde (IASS), Índice de Saneamento Básico (ISB), Índice de Acesso a Fontes de Energia Alternativa (IAFEA), Índice de Desigualdade Urbana (IDU), Índice de Áreas de Risco (IAR) e Índice de Planejamento e Qualidade Ambiental (IPQA).

Figura 2. Diagrama da relação entre os ODS e os índices



Fonte: Autora (2025)

Os dados coletados, de acordo com cada estado, para o cálculo dos índices seguem representados na Tabela 2. As doenças consideradas, para o cálculo do IOD foram escolhidas segundo a relação das mesmas com a falta de saneamento, são elas: de transmissão feco-oral, transmitidas por inseto vetor, transmitidas através do contato com a água, relacionadas com a higiene e geo-helmintos e teníases. Para o cálculo do IDU, foi considerado como “habitações

não convencionais”: habitação em casa de cômodos ou cortiço, habitação indígena sem paredes ou maloca e estrutura residencial permanente degradada ou inacabada. Para o cálculo do IASS foram contabilizados apenas os dados das pessoas com renda de até $\frac{1}{4}$ de salário-mínimo, já que são aqueles mais vulneráveis da sociedade, e devem ser a base para qualquer indicador que busca avaliar a eficácia dos ODS. A construção dos índices agregados envolveu três etapas:

- I. Seleção de indicadores capazes de captar o significado do que se pretende medir;
- II. Operacionalização destes indicadores de modo a torná-los quantificáveis;
- III. Agregação dos indicadores por meio de procedimento matemático.

Na Tabela 2, a seguir, constam os indicadores componentes de cada índice e a sua operacionalização.

Tabela 2. Indicadores e operacionalização de acordo com cada índice agregado

Índice Agregado	Indicadores	Operacionalização	
Índice de Ocorrência de Doença (IOD)	De transmissão feco-oral	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Transmitidas por inseto vetor	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Transmitidas através do contato com a água	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Relacionadas com a higiene	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Geo-helminhos e teníases	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
$0 \leq \text{IOD} \leq 1$ (quanto mais próximo de 1, maior a vulnerabilidade do estado à ocorrência de doenças)			
Índice de Acesso a Serviços de Saúde (IASS)	Acesso a medicamentos	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Acesso a dentista	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Acesso a atendimento de saúde	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
$0 \leq \text{IASS} \leq 1$ (quanto mais próximo de 1, maior o acesso dos moradores a serviços de saúde)			
Índice de Saneamento Básico (ISB)	Existência de banheiro na residência	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Existência de esgotamento sanitário na residência	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Existência de fossa séptica	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Coletas de lixo no domicílio	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0

	Existência de água encanada pela rede geral de distribuição	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Realização de algum tipo de tratamento da água para consumo	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
$0 \leq \text{ISB} \leq 1$ (quanto mais próximo de 1, melhor a condição de saneamento básico)			
Índice de Acesso a Fontes de Energia Alternativa (IAFEA)	Domicílios com acesso à energia	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Uso de combustível limpo na preparação de alimentos	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Domicílios com acesso à energia de fonte alternativa	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
$0 \leq \text{IAFEA} \leq 1$ (quanto mais próximo de 1, melhor a condição energética)			
Índice de Desigualdade Urbana (IDU)	População residente em habitações não convencionais	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Existência de domicílios nas proximidades locais de disposição final de resíduo sólido	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Moradores em favelas	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Percentual da população negra em habitações não convencionais	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	$0 \leq \text{IDU} \leq 1$ (quanto mais próximo de 1, maior a desigualdade urbana dos estados)		
Índice de Planejamento e Qualidade Ambiental (IPQA)	Municípios, com algum tipo de instrumento de planejamento de gestão de riscos e desastres	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Existência de serviço de manejo dos resíduos sólidos pela prefeitura	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Destinação final adequada dos resíduos sólidos	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Área urbana natural	Quantificação > 80% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	$0 \leq \text{IPQA} \leq 1$ (quanto mais próximo de 1, melhores as condições sustentáveis do estado)		

Índice de Áreas de Risco (IAR)	Ocorrência de alagamento durante as épocas de chuva	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	Zona de risco urbana sem vegetação	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
	População em áreas de risco, em municípios monitorados	Quantificação > 20% de ocorrência = SIM	SIM = 1 e NÃO = 0
$0 \leq IDU \leq 1$ (quanto mais próximo de 1, maior risco para a população)			

Fonte: Autora (2025)

A operacionalização consistiu na atribuição de *scores* às respectivas categorias de respostas para cada indicador. Assim, a partir de uma lógica binária, foram atribuídos valores 1 (um) quando a resposta correspondeu à situação esperada e favorável (ocorrência), e, 0 (zero) para situação não adequada (não ocorrência). Destaca-se que como os dados não são totais para os estados, mas percentuais, foi adotado um mínimo de 80% de ocorrência para que a unidade federativa ganhasse o *score* de 1 quando a existência do que se está avaliando no indicador para a maior parte da população é esperada, e 20% quando for esperado que não exista.

Dessa forma, ressalta-se que, nos casos dos Índices de Ocorrência de Doença (IOD), Índice de Desigualdade Urbana (IDU) e Índice de Áreas de Risco (IAR), a situação esperada é a não ocorrência, motivo pelo qual a percentagem mínima de ocorrências foi diminuída.

A agregação seguiu o procedimento adotado por Sousa, Lima e Khan (2015) na Equação 1.

$$IA_j = \frac{\sum_{i=1}^n ESC_{ij}}{\sum_{i=1}^n ESC_{maxi}} \quad \text{Eq. 1}$$

Sendo:

IA_j = Índice Agregado para o j-ésimo estado.

ESC_{ij} = *Score* atribuído ao indicador i, no j-ésimo estado (0 ou 1).

ESC_{maxi} = *Score* máximo possível de ser atribuído ao indicador i (no caso da pesquisa = 1)

$j = 1, \dots, m$ corresponde aos estados da pesquisa (Ex. 1, ..., 9)

$i = 1, \dots, n$ corresponde aos indicadores componentes do Índice Agregado ($n = 5$ para IOD; $n = 3$ para IASS; $n = 7$ para ISB; $n = 3$ para IAFEA; $n = 4$ para IDU; $n = 3$ para IPQA e $n = 3$ para IAR)

Devido a inconsistência de não haver os mesmos dados para todos os anos das diferentes pesquisas do IBGE, os dados coletados foram de diversos anos, sempre buscando os mais recentes. As fontes específicas correspondentes de cada tabela foram descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Fontes de utilizadas de acordo com cada indicador estudado, pesquisa e ano da pesquisa

Índice Agregado	Indicadores	Fonte: Pesquisa/Tabela		Ano
Índice de Ocorrência de Doença (IOD)	De transmissão feco-oral	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS)	Tabela 898	2016
	Transmitidas por inseto vetor	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS)	Tabela 898	2016
	Transmitidas através do contato com a água	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS)	Tabela 898	2016
	Relacionadas com a higiene	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS)	Tabela 898	2016
	Geo-helminhos e teníases	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS)	Tabela 898	2016
Índice de Acesso a Serviços de Saúde (IASS)	Acesso a medicamentos	Pesquisa Nacional de Saúde (PNS)	Tabela 7603	2019
	Acesso a dentista	Pesquisa Nacional de Saúde (PNS)	Tabela 5081	2019
	Acesso a atendimento de saúde	Pesquisa Nacional de Saúde (PNS)	Tabela 7594	2019
Índice de Saneamento Básico (ISB)	Existência de banheiro na residência	Censo Demográfico	Tabela 9931	2022
	Existência de esgotamento sanitário na residência	Censo Demográfico	Tabela 3154	2010
	Existência de fossa séptica	Censo Demográfico	Tabela 3154	2010
	Coletas de lixo no domicílio	Pesquisa Nacional de Saúde (PNS)	Tabela 7557	2019
	Existência de água encanada pela rede geral de distribuição	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual (PNADC/A)	Tabela 6731	2023
	Realização de algum tipo de tratamento da água para consumo	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)	Tabela 1364	2017

Índice de Acesso a Fontes de Energia Alternativa (IAFEA)	Domicílios com acesso a energia	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual (PNADC/A)	Tabela 6737	2023
	Uso de combustível limpo na preparação de alimentos	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual (PNADC/A)	Tabela 9731	2023
	Domicílios com acesso à energia de fonte alternativa	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual (PNADC/A)	Tabela 6737	2023
Índice de Desigualdade Urbana (IDU)	População residente em habitações não convencionais	Censo Demográfico	Tabela 6893	2022
	Existência de domicílios nas proximidades locais de disposição final de resíduo sólido	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)	Tabela 2355	2000
	Moradores em favelas	Censo Demográfico	Tabela 9895	2022
	Percentual da população negra em habitações não convencionais	Censo Demográfico	Tabela 6893	2022
	Municípios, com algum tipo de instrumento de planejamento de gestão de riscos e desastres	Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC)	Tabela 8540	2020
Índice de Planejamento e Qualidade Ambiental (IPQA)	Existência de serviço de manejo dos resíduos sólidos pela prefeitura	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB)	Tabela 2298	2000
	Destinação final adequada dos resíduos sólidos	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS)	Tabela 1158	2008
	Área urbana natural	MapBiomias	Áreas Urbanizadas	2023
	Ocorrência de alagamento durante as épocas de chuva	Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC)	Tabela 8535	2020
Índice de Áreas de Risco (IAR)	Zona de risco urbana sem vegetação	MapBiomias	Áreas Urbanizadas	2023
	População em áreas de risco, em municípios monitorados	IBGE	Base Territorial Estatística de Áreas de Risco	2010

Fonte: Autora (2025)

Por fim, este trabalho considera a definição de saneamento básico segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), que define o mesmo como “o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social”.

2.3.4 Consolidação dos dados

Para consolidar os dados e identificar qual estado nordestino se destaca como o mais sustentável, foi desenvolvido o Índice de Sustentabilidade Global (ISG). Esse índice sintetiza os resultados dos demais indicadores em um *score* unificado, permitindo uma comparação direta entre os estados. Para seu cálculo, os índices positivos (IASS, ISB, IAFEA e IPQA) são somados, enquanto os índices negativos (IOD, IDU e IAR) são subtraídos, conforme demonstrado na Equação 2. Essa metodologia assegura que estados com melhores condições socioambientais apresentem pontuações mais altas, refletindo um nível mais avançado de sustentabilidade.

$$ISG = -IOD + IASS + ISB + IAFEA - IDU - IAR + IPQA \quad \text{Eq. 2}$$

Para os propósitos desta pesquisa, foram considerados negativos os índices cujos indicadores representam condições indesejáveis, ou seja, quanto menor seu valor, melhor a situação observada. Dessa forma, para que o estado apresente um cenário ideal, o valor desses índices deve ser o mais próximo possível de zero. Assim, quando tais condições estão presentes, seu valor é subtraído do total do ISG.

Na Tabela 4, observa-se a estruturação de um *score* perfeito para o ISG, onde os índices IASS, ISB, IAFEA e IPQA atingem o valor máximo de 1, enquanto os índices negativos IOD, IDU e IAR permanecem neutros (zero). Isso estabelece a pontuação máxima do ISG em 4, representando um estado que atinge os melhores resultados em todos os indicadores avaliados.

Tabela 4. Demonstração do *score* ideal para o ISG

Estados	ODS 3		ODS 6	ODS 7	ODS 11		ODS 13	ISG
	IOD	IASS	ISB	IAFEA	IDU	IAR	IPQA	
Score Ideal	0	1	1	1	0	0	1	4

Fonte: Autora (2025)

Conforme representado na Tabela 5, para facilitar a interpretação dos resultados, o ISG foi classificado em cinco categorias: baixo nível de sustentabilidade (0 a 1), indicando que o estado enfrenta desafios significativos em todas as áreas avaliadas; sustentabilidade em fase embrionária (>1 a 2), o que reflete avanços ainda insuficientes para garantir um desenvolvimento sustentável consistente; sustentabilidade moderada (>2 a 3), sugerindo progressos relevantes, mas ainda com desafios a serem superados; sustentabilidade avançada (>3 a 4), caracterizando estados com bons níveis de sustentabilidade, mas que ainda podem aprimorar alguns aspectos. Por fim, aqueles que alcançaram a pontuação máxima de 4 foram enquadrados na categoria de sustentável, representando um modelo de equilíbrio entre os fatores ambientais, sociais e econômicos analisados.

Tabela 5. Classificação do ISG

Intervalo	Classificação
$0 < ISG \leq 1$	Baixo nível de sustentabilidade
$1 < ISG \leq 2$	Sustentabilidade em fase embrionária
$2 < ISG \leq 3$	Sustentabilidade moderada
$3 < ISG < 4$	Sustentabilidade avançada
$ISG = 4$	Sustentável

Fonte: Autora (2025)

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.4.1 ODS 3: Saúde de Qualidade

O Índice de Ocorrência de Doenças representa o percentual de ocorrência de doenças no estado, considerando-se as doenças mais frequentes entre os moradores. Assim, um maior valor no IOD significa que ocorreram no estado casos de diferentes doenças, o que demonstra alta exposição a agentes patógenos. E o IASS representa o percentual de acesso à saúde e a uma saúde de qualidade. Esse índice influencia no IOD, e nele quanto mais próximo de 1, melhor e mais acessível é o serviço de saúde do estado. A acessibilidade aos serviços de saúde evidencia se os serviços são contínuos e conseguem atender às demandas reais dos cidadãos. A elevada

incidência de doenças entre os moradores é agravada pela ausência de uma boa cobertura de serviços de saúde.

O resultado dos cálculos do IOD e do IASS pode ser observado na Tabela 6 abaixo:

Tabela 6. Cálculo do IOD e do IASS dos estados do Nordeste

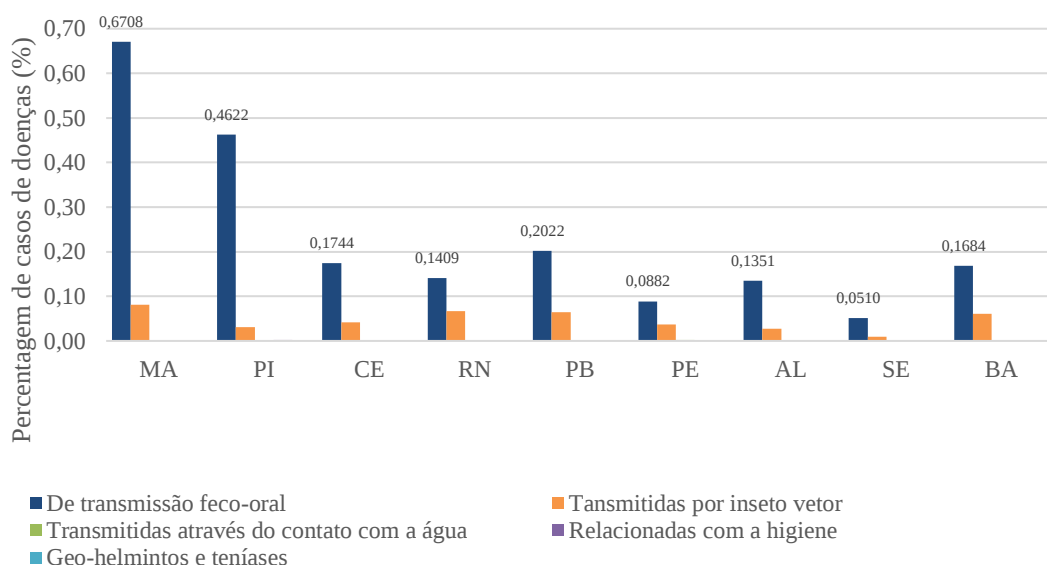
Índice/Estado	Alagoas	Bahia	Ceará	Maranhão	Paraíba	Pernambuco	Piauí	Rio Grande do Norte	Sergipe
De transmissão feco-oral	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmitidas por inseto vetor	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmitidas através do contato com a água	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Relacionadas com a higiene	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Geo-helmintos e teníases	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IOD	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acesso a medicamentos	0	1	0	0	1	1	1	1	0
Acesso a dentista	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Acesso a atendimento de saúde	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IASS	0,33	0,67	0,33	0,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0,33

Fonte: Autora (2025)

Como percebido, nenhum dos estados marcou no IOD. No entanto, há a ocorrência dessas doenças nos estados, apenas em uma fração muito pequena, como pode ser visto no gráfico da Figura 3. Quando foi feita a quantificação dos dados e a tabulação dos resultados, percebeu-se que a porcentagem mínima adotada, de 20% de ocorrência do indicador no estado, foi muito alta dado que o escopo foi muito grande, e, possivelmente, a falta de ocorrência em um município diluiu a ocorrência nos demais. Por serem dados do IDS, as informações não estão disponíveis a nível municipal.

Ainda assim, é possível visualizar que o estado do Maranhão foi aquele com mais casos em três das cinco doenças avaliadas: de transmissão feco-oral (0,67%), de transmissão por inseto vetor (0,08%) e geo-helmintos e teníases (0,0007%). Pernambuco é o que possui mais casos de doenças transmitidas pelo contato com a água (0,0019%), e o Rio Grande do Norte foi o único a não apresentar nenhum caso em um dos indicadores (doenças relacionadas com a higiene). Assim, Sergipe e Rio Grande do Norte foram os estados que apresentaram uma maior consistência com cada um possuindo os menores números de ocorrência em duas ocasiões, para Sergipe foi em relação a doenças de transmissão feco-oral e as que são propagadas por inseto vetor (0,0510% e 0,0089%, respectivamente). E para o Rio Grande do Norte, foram as doenças transmitidas através do contato com a água e as relacionadas com a higiene (0,0001% e 0%, respectivamente).

Figura 3. Gráfico de Ocorrência de Doenças nos estados do Nordeste



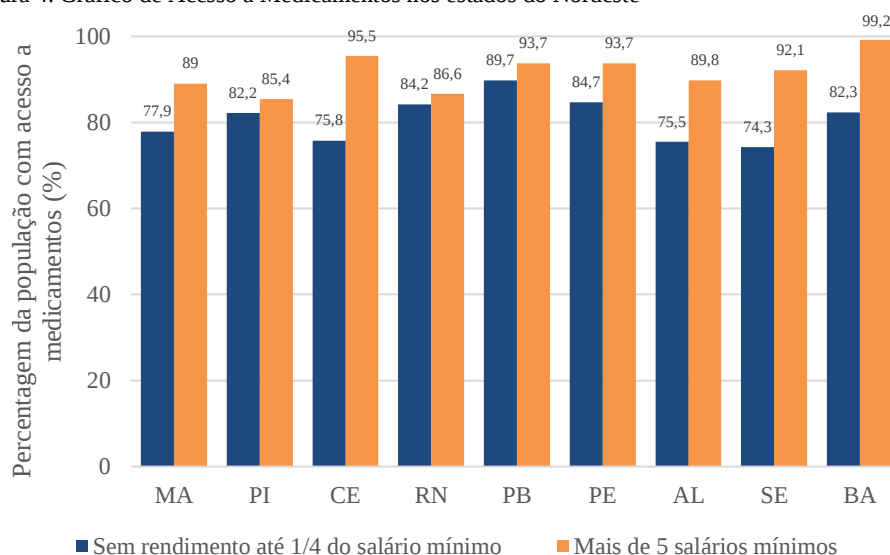
Fonte: Autora (2025)

Quanto ao IASS, os estados da Bahia, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte foram os que obtiveram um maior índice agregado (0,67). Todos os estados avaliados

pontuaram no índice de acesso a atendimento de saúde, de acordo com lei federal e gestão do SUS, no entanto apenas os mencionados acima obtiveram um *score* igual a 1 em outra categoria (acesso a medicamentos). Nesta categoria, embora os demais estados não tenham conseguido alcançar o mínimo de 80% para pontuar, todos ficaram acima de 75%, com exceção de Sergipe (74,3%).

No gráfico abaixo (Figura 4) foi realizado um comparativo sobre o acesso a medicamento entre a população com rendimento mensal de até $\frac{1}{4}$ do salário-mínimo e aqueles que ganham mais de 5 salários-mínimos. O Rio Grande do Norte é o que possui uma menor diferença entre os dois (2,4%), enquanto que o Ceará apresenta o maior diferencial, com quase 20%, mostrando um grande *gap* entre as classes socioeconômicas. Surpreendentemente, a Bahia que é um dos estados que conseguiu pontuar no indicador, demonstrou possuir a terceira maior disparidade entre as duas classes no Nordeste (16,9%).

Figura 4. Gráfico de Acesso a Medicamentos nos estados do Nordeste

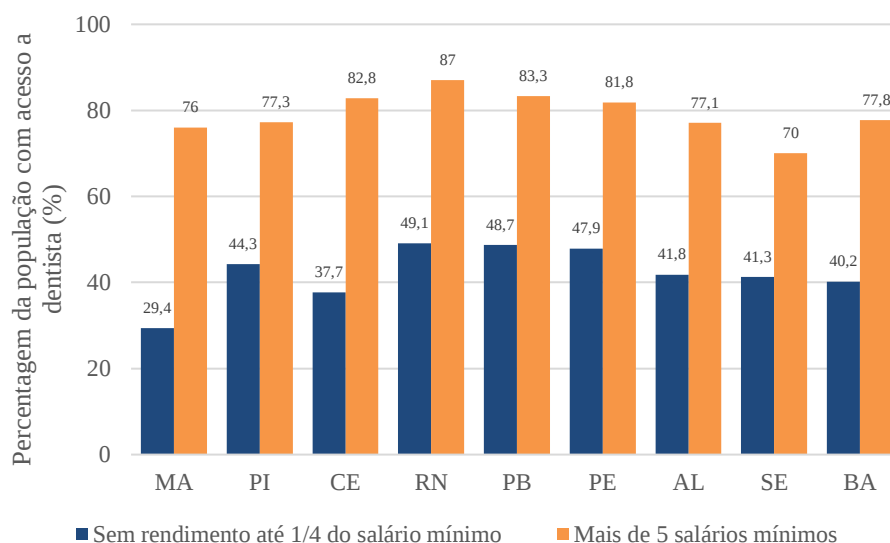


Fonte: Autora (2025)

No indicador de acesso a dentista buscava-se encontrar o estado que dava melhor assistência com a saúde bucal. Embora nenhum estado tenha atingido os 80%, o Rio Grande do Norte possui a maior porcentagem de pessoas com até $\frac{1}{4}$ de salário-mínimo de renda mensal com um acesso a tratamento dentário (49,1%), menos da metade da população. É importante salientar, também, a disparidade do acesso a este serviço entre a população mais vulnerável e aqueles com uma renda maior do que 5 salários-mínimos, considerando que o estado que possui a menor diferença entre os dois é Sergipe com quase 30%. O Maranhão foi o que obteve o pior desempenho entre os nove, tanto em relação ao acesso à dentista para a população de baixa

renda (29,4%), quanto apresentando o maior diferencial entre as classes socioeconômicas (46,6%), como pode ser notado na Figura 5 abaixo.

Figura 5. Gráfico de Acesso a Dentista nos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Assim, o Rio Grande do Norte se destaca como o estado nordestino com as melhores condições em relação a ocorrência de doenças e acesso à serviços de saúde, estando, portanto, mais próximo de atingir o objetivo número 3 dos ODS, saúde de qualidade.

2.4.2 ODS 6: Água potável e Saneamento

A deficiência em infraestrutura sanitária é mais um complicador a influenciar a promoção da sustentabilidade e qualidade de vida. Dessa forma, o Índice de Saneamento Básico representa o percentual da condição de saneamento básico nos estados, e nele quanto mais próximo de 1, melhor e mais acessível é o serviço de saneamento do estado. A existência a diversos serviços de saneamento demonstra se os serviços são contínuos e conseguem atender às demandas reais da população.

Tabela 7. Cálculo do ISB dos estados do Nordeste

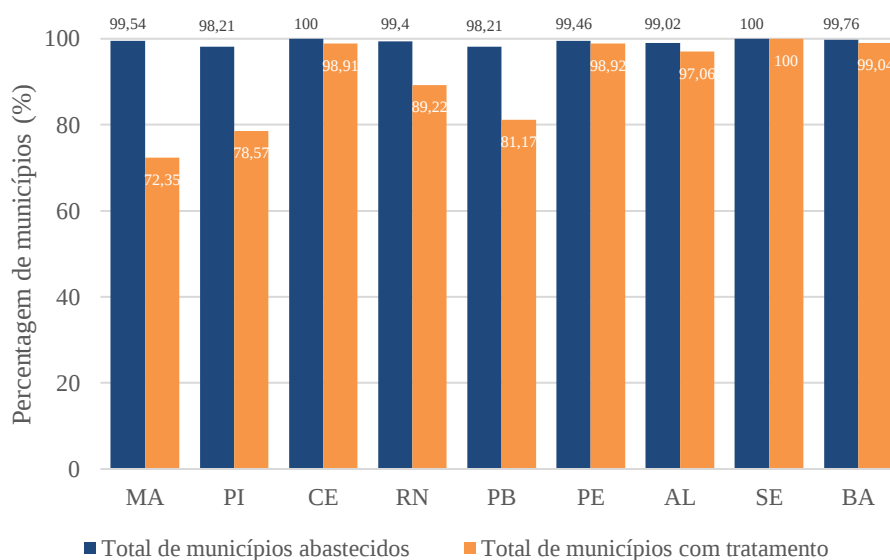
Índice/Estado	Alagoas	Bahia	Ceará	Maranhão	Paraíba	Pernambuco	Piauí	Rio Grande do Norte	Sergipe
Existência de banheiro na residência	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Existência de esgotamento sanitário na residência	1	1	1	0	1	1	0	0	1
Existência de fossa séptica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coletas de lixo no domicílio	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Existência de água encanada pela rede geral de distribuição	0	1	1	0	0	0	1	1	1
Realização de algum tipo de tratamento da água para consumo	1	1	1	0	1	1	0	1	1
ISB	0,67	0,83	0,83	0,17	0,67	0,67	0,33	0,67	0,83

Fonte: Autora (2025)

Como pode ser observado na Tabela 7, nenhum estado conseguiu atingir o *score* perfeito de 1 ponto, o que significaria 100% de saneamento, no entanto a Bahia, o Ceará e Sergipe obtiveram as pontuações mais altas (83%), destacando que apenas dois estados obtiveram um índice menor que 50%, Piauí e Maranhão, 33% e 17% respectivamente. Esses dois estados possuem em comum o fato de que nenhum dos dois atingiu o mínimo de 80% nem na realização de algum tipo de tratamento da água para consumo, ou no indicador de coleta de lixo no domicílio, assim como a inexistência de esgotamento sanitário na residência para mais de 20% da população, em conjunto com o Rio Grande do Norte, que também não pontuou nesse indicador.

Conforme a Figura 6, os estados do Ceará, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia possuem a menor diferença entre os municípios que fazem abastecimento de água e aqueles cuja água abastecida é tratada. Sergipe se destacando dentre eles, não apenas por possuir 100% de seus municípios abastecidos, mas também por esse abastecimento ser de 100% de água tratada. A Paraíba por outro lado, que conseguiu atingir o mínimo de 80% de tratamento, apresenta-se como o estado com o terceiro maior diferencial entre abastecimento e tratamento (17,4%).

Figura 6. Gráfico comparativo entre o abastecimento e tratamento de água nos municípios dos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Portanto considerando os estados que obtiveram o maior índice, o Rio Grande do Norte se destaca como aquele que está mais encaminhado para atingir o ODS 6 (Água potável e Saneamento), considerando que foi o único a possuir mais 80% dos municípios com serviço de

manejo de resíduos sólidos, e não ter pontuado em no indicador de existência de esgotamento sanitário na residência, categoria em que os outros três estados com índice de 71% marcaram, por apenas 2,03%.

2.4.3 ODS 7: Energia Acessível e Limpa

O Índice de Acesso a Fontes de Energia Alternativa busca representar se há alguma diversificação na matriz energética dos estados analisados, sendo importante no âmbito da sustentabilidade, tanto de energia elétrica quanto térmica, para cocção (Tabela 8).

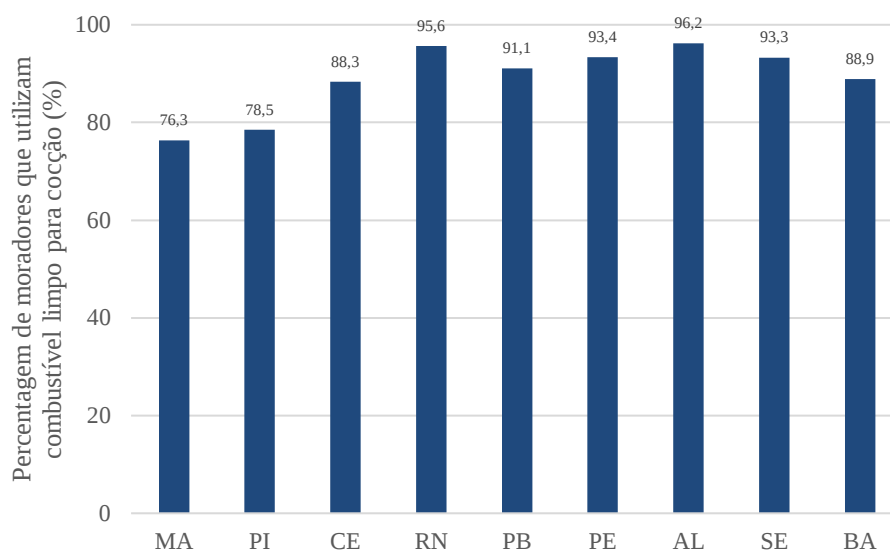
Tabela 8. Cálculo do IAFEA dos estados do Nordeste

Índice/Estado	Alagoas	Bahia	Ceará	Maranhão	Paraíba	Pernambuco	Piauí	Rio Grande do Norte	Sergipe
Domicílios com acesso à energia	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Uso de combustível limpo na preparação de alimentos	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Domicílios com acesso à energia de fonte alternativa	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IAFEA	0,67	0,67	0,67	0,33	0,67	0,67	0,33	0,67	0,67

Fonte: Autora (2025)

Maranhão e Piauí foram os estados que obtiveram o índice agregado mais baixo do Nordeste (33%) Ao se diferenciarem dos outros por não atingirem o limiar de 80% da população fazendo uso de combustível limpo na preparação de alimentos, como pode ser observado na Figura 7, abaixo. O IBGE considera combustíveis limpos no preparo de alimentos: gás de botijão, gás encanado e energia elétrica. De outra forma todos os estados obtiveram o mesmo *score* nas demais categorias.

Figura 7. Gráfico do percentual de moradores que utilizam combustível limpo para cocção dos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Segundo os dados demonstrados na Figura 8, o Piauí é o estado que possui uma maior diversidade energética comparado com os outros, fazendo uso de 1,1% de Fontes alternativas de energia. No entanto esses resultados demonstram o quanto o Nordeste deixa a desejar com a sua diversificação energética, considerando que nenhum estado passou de 1,1%.

Figura 8. Gráfico comparativo entre as fontes de energia dos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

2.4.4 ODS 11: Cidades e Comunidades Sustentáveis

O IDU e o IAR buscam verificar os estados quanto ao ODS 11, cidades e comunidades sustentáveis. O Índice de Desigualdade Urbana faz uso dos indicadores para determinar se os estados possuem a maior parte da população vivendo em condições de vulnerabilidade, neste caso, quanto mais perto de 0 for o índice, melhor. O Índice de Áreas de Risco também é quantificado desta forma, e é relativo ao risco sofrido pela população, em decorrência da configuração urbana dos estados.

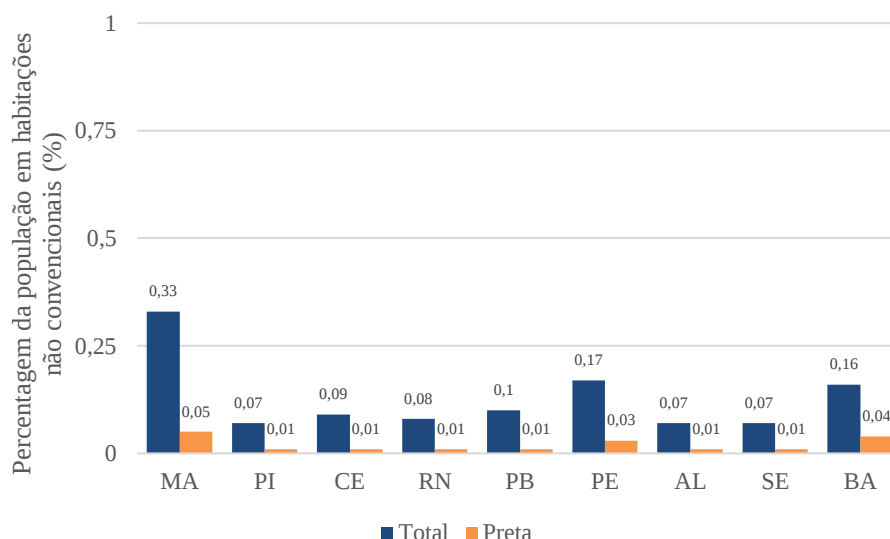
Tabela 9. Cálculo do IDU e do IAR dos estados do Nordeste

Índice/Estado	Alagoas	Bahia	Ceará	Maranhão	Paraíba	Pernambuco	Piauí	Rio Grande do Norte	Sergipe
População residente em habitações não convencionais	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Existência de domicílios nas proximidades locais de disposição final de resíduo sólido	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moradores em favelas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Percentual da população negra em habitações não convencionais	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IDU	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocorrência de alagamento durante as épocas de chuva	1	1	1	1	0	1	1	0	1
População em áreas de risco, em municípios monitorados	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Zona de risco urbana sem vegetação	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IAR	0,67	1,00	0,67	0,67	0,33	0,67	0,67	0,33	0,67

Fonte: Autora (2025)

Como pode ser observado na Tabela 9, todos os estados obtiveram um score de 0 no IDU, no caso uma pontuação perfeita, o que significa que em todos eles menos de 20% vivem em situações de habitações não convencionais, perto de locais de destinação final de resíduo e em favelas. No gráfico da Figura 9 está à disposição comparativa entre os indicadores População residente em habitações vulneráveis e Percentual da população negra em habitações não convencionais. Foram considerados habitações não convencionais: Habitação em casa de cômodos ou cortiço, Habitação indígena sem paredes ou maloca e Estrutura residencial permanente degradada ou inacabada.

Figura 9. Gráfico comparativo entre o total e as pessoas pretas que vivem em habitações não convencionais dos estados do Nordeste

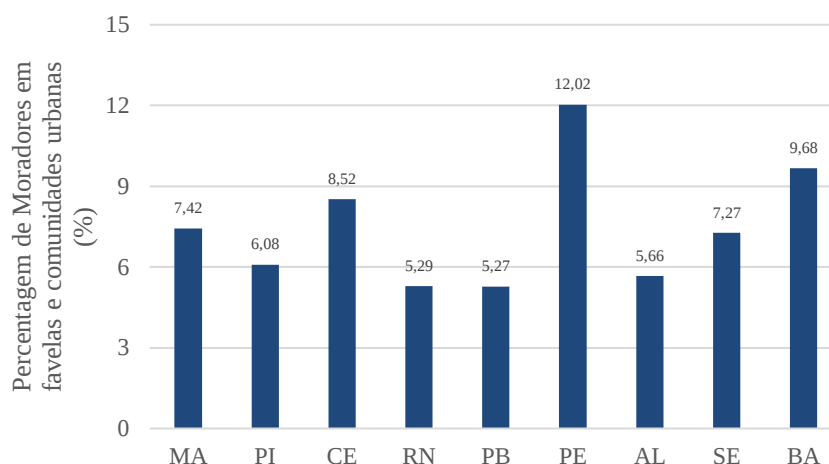


Fonte: Autora (2025)

Percebe-se que o Maranhão, dentre os estados avaliados, é que possui uma maior quantidade de pessoas, em ambas as divisões, vivendo em habitações não convencionais, expostas a riscos desnecessários. No entanto, mesmo assim, a essa quantidade não atinge nem 0,5% da população Maranhense.

O indicador de Moradores em favelas foi o que demonstrou um resultado mais expressivo (Figura 10), com Pernambuco possuindo a maior quantidade de moradores em favelas (12,02%), abaixo dos 20% definidos como limiar. Esses resultados demonstram que, quanto a habitação, os estados nordestinos não possuem uma discrepância socioeconômica muito díspar.

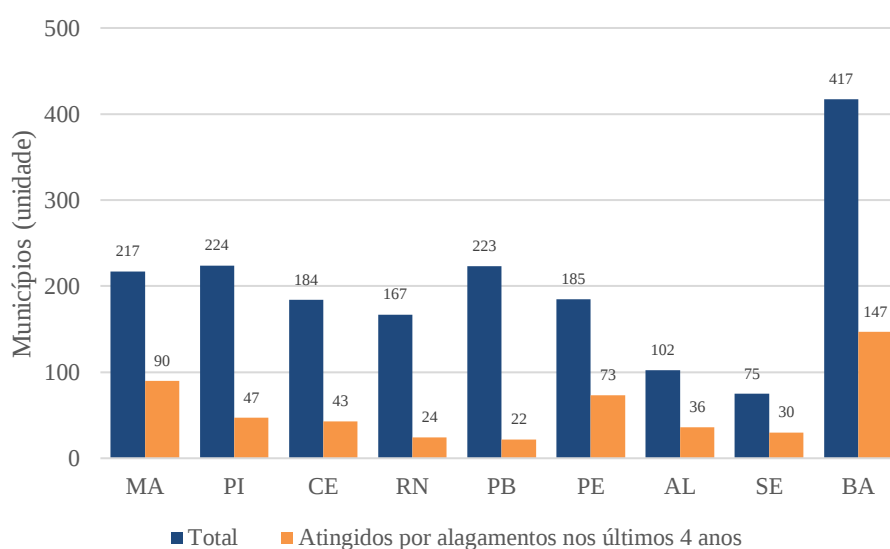
Figura 10. Gráfico dos moradores em favelas e comunidades urbanas nos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Quanto ao IAR, os resultados mostraram uma realidade diferente. Onde o ideal era, novamente, o mais próximo de 0, os índices dos estados ficaram altos, com as exceções sendo a Paraíba e o Rio Grande do Norte, que empataram com 33%. Bahia foi o pior estado nessa categoria, com um índice agregado de 100%, demonstrando a falta de cuidado para com as áreas de risco nos estados, especialmente considerando que possui 26,77% de sua população vivendo em áreas de risco, em municípios monitorados.

Figura 11. Gráfico dos municípios nos estados do Nordeste, totais e atingidos por alagamento nos últimos 4 anos



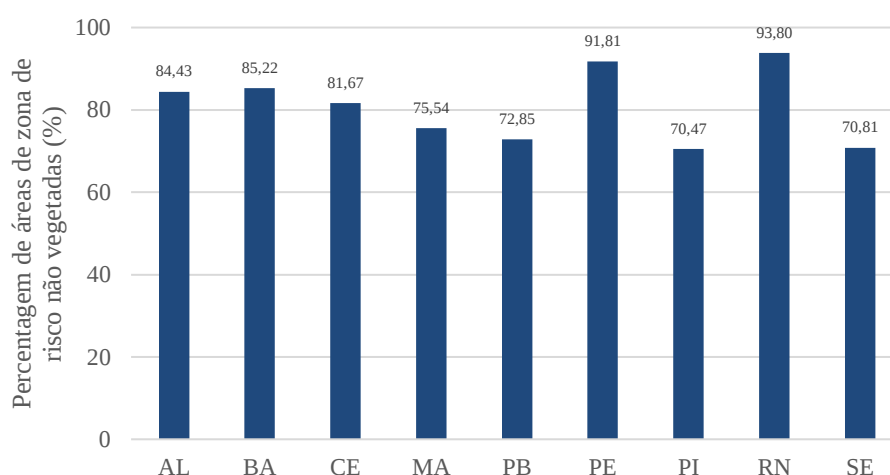
Fonte: Autora (2025)

Proporcionalmente, Sergipe foi o mais afetado pelas chuvas, com 40% de suas cidades impactadas. O Rio Grande do Norte e a Paraíba foram os únicos estados a apresentarem um *score* diferente de 1 nesse indicador, fato esse que pode ser atribuído a suas características

climáticas e morfológicas, por um menor índice pluviométrico e um terreno que não contribua para a ocorrência de enchentes, ou a um melhor plano de gestão de desastres dos municípios (Figura 11).

Considerando que vegetação é um dos elementos naturais mais importantes para se ter em áreas de risco, dado que podem proteger contra a erosão do solo, entre outros benefícios, esse foi um dos indicadores mais importantes deste índice. Nenhum dos estados conseguiu obter um valor menor do que 20% de área não-vegetada, sendo o Piauí o que possui uma menor área não-vegetada, com 40,47% (Figura 12).

Figura 12. Gráfico das áreas em zona de risco não vegetada nos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Assim, embora tenha apenas uma pequena parte de sua população vivendo em condições de moradia desfavoráveis, o Nordeste possui grande parte de seus residentes em condições de risco. Desta forma, seus estados estão atrasados quanto ao cumprimento da ODS 11.

2.4.5 ODS 13: Ação Contra a Mudança Global do Clima

Com o Índice de Planejamento e Qualidade Ambiental busca-se caracterizar o quanto os estados do nordeste estão cumprindo com a agenda 2030 em relação a ação contra a mudança global do clima, como se comportam em atender os indicadores selecionados para proporcionar a sua população uma melhor qualidade de vida para as gerações presentes e futuras. Neste índice o objetivo é chegar o mais perto possível de um sendo assim 100% e uma pontuação perfeita.

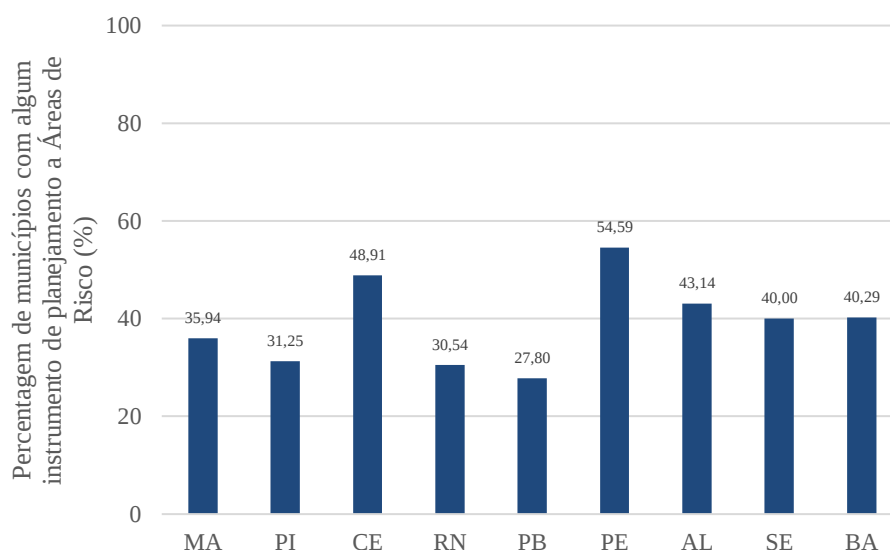
Tabela 10. Cálculo do IPQA dos estados do Nordeste

Índice/Estado	Alagoas	Bahia	Ceará	Maranhão	Paraíba	Pernambuco	Piauí	Rio Grande do Norte	Sergipe
Municípios, com algum tipo de instrumento de planejamento de gestão de riscos e desastres	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Existência de serviço de manejo dos resíduos sólidos pela prefeitura	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Destinação final adequada dos resíduos sólidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Área urbana natural	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IPQA	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0

Fonte: Autora (2025)

Como é evidenciado na Tabela 10, a aderência a esse ODS foi, de longe, o mais problemático para o nordeste, considerando que nenhum estado pontuou no índice, e era o único índice avaliado. Se as informações do gráfico da Figura 13 forem utilizadas em conjunto com as da Figura 11, pode-se notar uma falta de planejamento urbano para gestão de risco considerando a já expectativa de haver o evento.

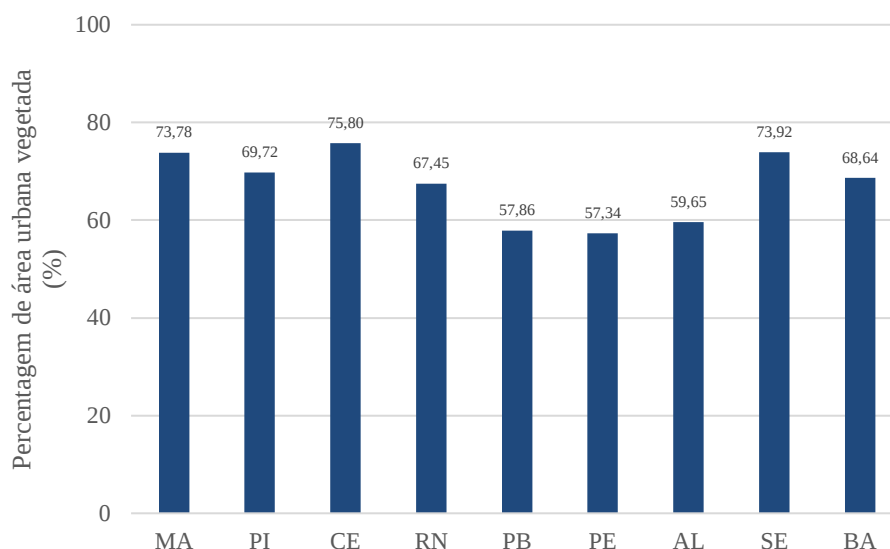
Figura 13. Gráfico dos municípios com algum instrumento de planejamento de gestão de riscos e desastres nos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Além disso, como mencionado anteriormente, a presença de vegetação é um dos principais fatores para a mitigação de desastres ambientais, assim o ideal é que as cidades sejam mais vegetadas, no aspecto ambiental não apenas para prevenir a erosão, mas também para diminuir temperatura nos centros urbanos e melhorar a qualidade do ar. No entanto como pode ser visualizado na Figura 14 nenhum dos estados possui mais de 80% de sua área urbana vegetada. Porém os estados do Ceará, Sergipe e Maranhão são os que possuem uma maior porcentagem de área urbana vegetada, 75,80%, 73,92% e 73,78% respectivamente. Pode-se destacar que nenhum estado possui uma área urbana menor do que 50% vegetada.

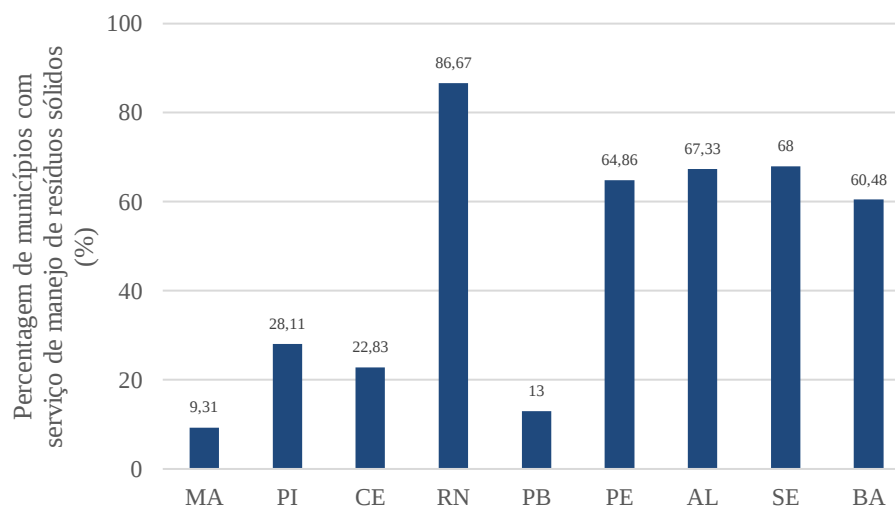
Figura 14. Gráfico da área vegetada do setor censitário urbano nos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Sobre o indicador de existência de serviço de manejo dos resíduos sólidos pela prefeitura, o Rio Grande do Norte foi o único estado com mais de 80% de ocorrência, sendo o único a pontuar. Mesmo que nenhum outro estado tenha conseguido o *score* de 1, Piauí, Ceará, Paraíba e, especialmente, o Maranhão apresentaram um resultado muito abaixo do esperado, com uma média de apenas 18,3% de seus municípios com serviço de manejo de resíduos sólidos. Vale ressaltar, no entanto, que esses dados foram obtidos do PNSB, de uma pesquisa realizada no ano 2000, então é mais que provável que nos últimos 25 anos estados como Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, que apresentaram uma porcentagem maior que 60%, tenham chegado ao limiar estipulado nesse projeto (Figura 15).

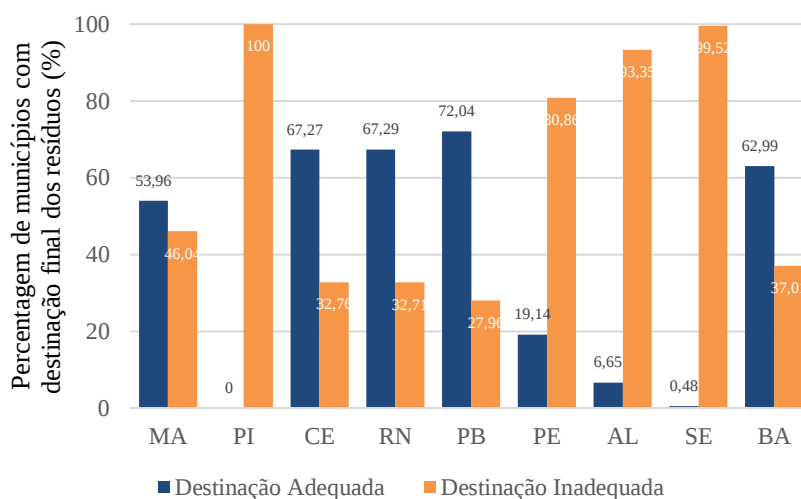
Figura 15. Gráfico de municípios com serviço de manejo de resíduos sólidos dos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Por fim, outro aspecto importante para determinar o índice de planejamento e qualidade ambiental urbana é quanto à disposição final dos resíduos coletados nos municípios (Figura 16). Os dados analisados foram do ano mais recente disponível (2008) e podem ter melhorado ao longo dos anos. Porém pode-se destacar uma clara falta de cuidado para com a destinação final dos resíduos, considerando que nenhum dos estados possui mais de 80% desses resíduos com destinação adequada, e Piauí, particularmente, se destaca com 100% de seus resíduos sendo descartados de forma inadequada. Na Figura 6 pode-se ver que Sergipe possui quase 70% de seus municípios com plano de manejo do dos seus resíduos sólidos, mas esse manejo, em 2008, não era adequado, considerando que 99,52% de seus descartes eram para um destino inadequado.

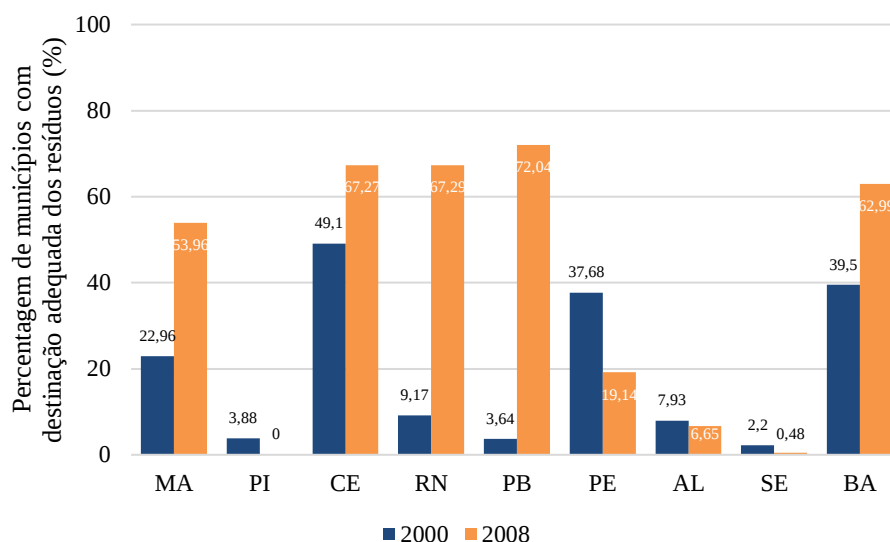
Figura 16. Gráfico quanto a disposição final do resíduo sólido nos estados do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Pode-se ainda observar na Figura 17 como essa destinação final dos resíduos evoluiu ou regrediu entre o período de 2000 - 2008 da pesquisa. Vários estados vivenciaram uma regressão quanto a suas destinações, como Pernambuco (-18,54%), Sergipe (-1,72%), Alagoas (-1,28%) e o Piauí, que em 2000 ainda possuía 3,88% de seus resíduos com uma destinação adequada, mas esse número caiu para 0% em 2008. A Paraíba por outro lado teve um crescimento de 68% quanto a destinação de seu resíduo, assim como a Bahia (23,49%), Maranhão (31%), Ceará (18,17%) e o Rio Grande do Norte, que obteve o segundo maior crescimento (58,12%). Embora altamente provável, considerando a regressão de vários estados entre 2002 e 2008, é difícil dizer se a porcentagem de resíduos com destinação adequada melhorou.

Figura 17. Gráfico comparativo quanto a destinação adequada dos resíduos nos estados do Nordeste entre ao anos 2000 e 2008



Fonte: Autora (2025)

2.4.6 Análise agregada dos dados

O Índice de Sustentabilidade Global fornece uma forma de agregar os dados anteriores de forma a ser possível elencar os estados quanto a sua performance nos índices calculados, sua computação pode ser visualizada na Tabela 11.

Tabela 11. Cálculo do ISG dos estados do Nordeste

Estados	ODS 3		ODS 6	ODS 7	ODS 11		ODS 13	ISG
	IOD	IASS	ISB	IAFEA	IDU	IAR	IPQA	
Alagoas	0	0,33	0,67	0,67	0	0,67	0	1,00
Bahia	0	0,67	0,83	0,67	0	1	0	1,17
Ceará	0	0,33	0,83	0,67	0	0,67	0	1,17
Maranhão	0	0,33	0,17	0,33	0	0,67	0	0,17
Paraíba	0	0,67	0,67	0,67	0	0,33	0	1,67
Pernambuco	0	0,67	0,67	0,67	0	0,67	0	1,33
Piauí	0	0,67	0,33	0,33	0	0,67	0	0,67
Rio Grande do Norte	0	0,67	0,67	0,67	0	0,33	0,2	1,87
Sergipe	0	0,33	0,83	0,67	0	0,67	0	1,17

Fonte: Autora (2025)

A Tabela 12 evidencia que nenhum dos estados nordestinos atingiu um nível avançado de sustentabilidade, sendo todos classificados como "Sustentabilidade em fase embrionária" ou "Baixo nível de sustentabilidade". Isso demonstra que, apesar de algumas variações entre os

estados, o desenvolvimento sustentável ainda enfrenta desafios significativos em toda a região. A ausência de estados nas classificações superiores indica que as políticas ambientais, sociais e econômicas ainda não foram suficientes para promover avanços expressivos.

Além disso, observa-se que a diferença entre o estado com o maior ISG, Rio Grande do Norte (1,87), e os estados posicionados em quarto lugar, Bahia, Ceará e Sergipe (1,17), não é tão expressiva. Sugerindo que, embora alguns estados apresentem desempenhos um pouco superiores, nenhum deles se destaca de maneira significativa. A proximidade dos valores pode indicar que as políticas públicas voltadas para a sustentabilidade vêm resultando em um desempenho relativamente homogêneo, reforçando que os avanços ainda são limitados, e que nenhum estado conseguiu se sobressair de forma contundente na busca por um modelo sustentável mais consolidado.

Tabela 12. Ranking dos estados do Nordeste quanto a sua sustentabilidade

Ranking	Estado	ISG	Classificação Sustentável
TOP 1	Rio Grande do Norte	1,87	Sustentabilidade em fase embrionária
TOP 2	Paraíba	1,67	Sustentabilidade em fase embrionária
TOP 3	Pernambuco	1,33	Sustentabilidade em fase embrionária
TOP 4	Bahia / Ceará / Sergipe	1,17	Sustentabilidade em fase embrionária
TOP 5	Alagoas	1,00	Baixo nível de sustentabilidade
TOP 6	Piauí	0,67	Baixo nível de sustentabilidade
TOP 7	Maranhão	0,17	Baixo nível de sustentabilidade

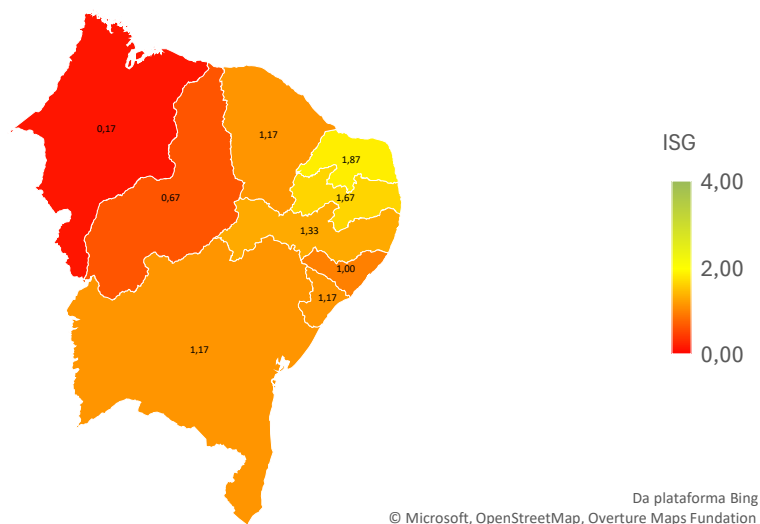
Fonte: Autora (2025)

Por outro lado, os estados com menor ISG apresentam uma grande *gap* em relação aos primeiros colocados. O Maranhão, por exemplo, obteve um ISG de apenas 0,17. Essa diferença demonstra que, enquanto alguns estados conseguiram avançar minimamente nos seus indicadores, outros enfrentam desafios muito mais severos para alcançar um nível básico de sustentabilidade. Levando em consideração os indicadores avaliados, esses desafios estão relacionados a uma infraestrutura de saneamento precária, discrepâncias socioeconômicas e políticas públicas menos eficazes.

Como ilustrado na Figura 18, destaca-se ainda que, os estados com ISG igual ou inferior a 1 – Alagoas (1,00), Piauí (0,67) e Maranhão (0,17) – foram classificados como tendo "Baixo nível de sustentabilidade", indicando que esses estados estão ainda mais distantes de atingir um equilíbrio entre os aspectos ambientais, sociais e econômicos. O fato de três estados

estarem abaixo dessa marca sugere que há desafios estruturais que dificultam a implementação de políticas sustentáveis em uma parcela significativa do Nordeste.

Figura 18. Cartograma do ISG do Nordeste



Fonte: Autora (2025)

Assim, é importante ressaltar que nenhum estado nordestino atingiu um ISG que se aproxime da pontuação máxima de 4, evidenciando que a sustentabilidade na região ainda está em um estágio inicial. Mesmo o estado melhor posicionado não conseguiu alcançar nem metade desse valor, demonstrando que ainda são os desafios para melhorar os indicadores. Esse resultado indica que, apesar dos esforços já realizados, as políticas públicas e as iniciativas privadas ainda não foram capazes de promover avanços expressivos. Assim, torna-se fundamental a adoção de medidas mais eficazes e abrangentes, que garantam não apenas a mitigação dos impactos ambientais, mas também o desenvolvimento de estratégias que promovam um crescimento sustentável a longo prazo.

3 CONCLUSÕES

Há um grande caminho a ser percorrido com relação ao desenvolvimento sustentável no Brasil e, ainda mais, quando se trata da região Nordeste do país. O valor obtido nos cálculos dos índices é um forte indicador de como se encontram os estados nordestinos nesse primeiro quarto do século XXI. Como observado nas planilhas, o Rio Grande do Norte demonstrou-se o estado com melhores índices na grande maioria das categorias avaliadas, estando, portanto, mais próximo de alcançar o desenvolvimento sustentável almejado pelos ODS. No entanto, os

resultados do Índice de Sustentabilidade Global (ISG) mostram que, mesmo o estado líder do ranking não pode ser considerado sustentável, já que sua pontuação (1,87) o enquadra na categoria de "Sustentabilidade em fase embrionária", refletindo avanços ainda insuficientes.

Ademais, a análise do ISG demonstrou que a diferença entre os primeiros colocados é relativamente pequena, sugerindo que, apesar das variações, nenhum estado se sobressai de maneira expressiva na busca por um desenvolvimento sustentável mais consolidado. Ressaltando, entretanto, que os estados com menor ISG apresentam uma grande discrepância em relação aos primeiros colocados. O ISG do Maranhão, mais de 12 vezes menor do que o do estado líder, evidencia desigualdades dentro da região. Essa disparidade reforça a necessidade de estratégias mais específicas para estados com piores desempenhos, a fim de reduzir as desigualdades e garantir avanços mais equilibrados.

Outro ponto crítico evidenciado nos resultados é a recorrência de enchentes em todos os estados analisados ao longo de um período de quatro anos, sem que, no entanto, mais de 80% dos municípios apresentassem um plano de gerenciamento de risco. Diante desse cenário, é recomendável que os governos adotem indicadores ambientais, como os relacionados a enchentes, para embasar o planejamento municipal, utilizando dados históricos e estatísticos para prever possíveis cenários. Assim, torna-se essencial que os órgãos públicos passem a utilizar de forma mais eficaz as informações disponíveis, os indicadores e os índices de sustentabilidade, a fim de antecipar e prevenir catástrofes, em vez de apenas mitigar seus efeitos após a ocorrência.

Ainda assim, a pesquisa poderia ter se beneficiado de um escopo menor, permitindo uma análise mais detalhada dos dados e uma compreensão mais precisa da realidade cotidiana de cada município. Além disso, ao pensar em estratégias sustentáveis, é essencial considerar a equidade entre as gerações, o que adiciona desafios, já que as necessidades futuras não são facilmente previsíveis. Isso torna a sustentabilidade ainda mais complexa, pois exige equilibrar os aspectos econômicos, sociais e ambientais de forma a garantir benefícios tanto para a população atual quanto para as próximas gerações.

Dessa forma, conclui-se que, no Nordeste, os estados apresentam índices relativamente nivelados entre si, sem grandes disparidades. No entanto, os resultados demonstram que, de maneira geral, a região ainda está distante do ideal estabelecido pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Para avançar nesse sentido, é essencial um planejamento estratégico que leve em consideração tanto as necessidades sociais e econômicas imediatas quanto a preservação ambiental como um pilar fundamental para o futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALABBASI, A. *et al.* Sustainable Indicators for Integrating Renewable Energy in Bahrain's Power Generation. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 11, 1 jun. 2022.

ALABSI, A. A. N. *et al.* Towards climate adaptation in cities: Indicators of the sustainable climate-adaptive urban fabric of traditional cities in West Asia. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 11, n. 21, 1 nov. 2021.

AQUINO, A. R. DE; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R. DE (EDS.). **Risco ambiental**. São Paulo: Editora Blucher, 2017.

BRASIL. LEI Nº 11.445. . 2007.

Brasil em Números. Rio de Janeiro : Companhia Editora de Pernambuco, 2024. v. 32

BRUNDTLAND, G. H. *et al.* **Nosso Futuro Comum**Oxford University Press. Oxford: [s.n.].

BURIGO, A. C.; PORTO, M. F. 2030 agenda, health and food systems in times of syndemics: From vulnerabilities to necessary changes. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 26, n. 10, p. 4411–4424, 2021.

CHEN, W. H. *et al.* **Progress in biomass torrefaction: Principles, applications and challenges**. **Progress in Energy and Combustion Science**Elsevier Ltd, , 1 jan. 2021.

DE SOUSA, M. C.; LIMA, P. V. P. S.; KHAN, A. S. Mechanisms of municipal management and promotion of human rights. **Revista de Administracao Publica**, v. 49, n. 4, p. 985–1010, 25 jul. 2015.

DOGAN, E.; HODŽIĆ, S.; ŠIKIĆ, T. F. A way forward in reducing carbon emissions in environmentally friendly countries: the role of green growth and environmental taxes. **Economic Research-Ekonomska Istrazivanja** , v. 35, n. 1, p. 5879–5894, 2022.

FONTENELE, M. Q. **Espacialização de riscos: análise de indicadores de doenças relacionadas às condições habitacionais na comunidade do Vietnã, Natal/RN**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2021.

HÁK, T.; JANOŠKOVÁ, S.; MOLDAN, B. Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 565–573, 23 ago. 2016.

HU, Z. *et al.* Convergence of sustainable development goals evolution and Five-Year Plans reform: Lessons from China. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 98, 1 abr. 2025.

IBGE. **Censo Demográfico**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=35938&t=conceitos-e-metodos>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2022.

JÄGERBRAND, A. K. Development of an indicator system for local governments to plan and evaluate sustainable outdoor lighting. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 3, p. 1–22, 1 fev. 2021.

KHAN, I.; HOU, F.; LE, H. P. The impact of natural resources, energy consumption, and population growth on environmental quality: Fresh evidence from the United States of America. **Science of the Total Environment**, v. 754, 1 fev. 2021.

KRISTENSEN, H. S.; MOSGAARD, M. A. **A review of micro level indicators for a circular economy – moving away from the three dimensions of sustainability?** *Journal of Cleaner Production* Elsevier Ltd, , 10 jan. 2020.

MACHADO, M. C.; CARVALHO, T. C. M. DE B. Maturity models and sustainable indicators—a new relationship. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 23, 1 dez. 2021.

MapBiomass. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/metodo_cobertura_e_uso/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MORENO, C. *et al.* Introducing the “15-minute city”: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. **Smart Cities**, v. 4, n. 1, p. 93–111, 1 mar. 2021.

OLABI, A. G.; ABDELKAREEM, M. A. Renewable energy and climate change. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 158, 1 abr. 2022.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 21 fev. 2025.

QADIR, M. *et al.* Global and regional potential of wastewater as a water, nutrient and energy source. **Natural Resources Forum**, v. 44, n. 1, p. 40–51, 1 fev. 2020.

RICHTER, C. A. **Água: Métodos e Tecnologia de Tratamento**. 3. ed. São Paulo : Blucher, 2014.

RIJSBERMAN, F. R. **Water scarcity: Fact or fiction?** Agricultural Water Management. **Anais...** 24 fev. 2006.

SANTOS, A. N. DOS *et al.* **Saneamento Ambiental**. Porto Alegre: Sagah, 2021.

SEÇMEN, S.; IBRAHIM, F. A. Rethinking sustainable development goals (SDG) for floating slums in African coastal settings: Makoko community in Nigeria. **Cities**, v. 159, 1 abr. 2025.

SILVA, Y. M. N. **Identificação De Ilha De Calor Urbana Em Cidade De Pequeno Porte: O Estudo De Caso De Três Rios – RJ**. Três Rios - RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, mar. 2023.

ŠIRÁ, E. *et al.* Sustainable development in eu countries in the framework of the europe 2020 strategy. **Processes**, v. 9, n. 3, p. 1–17, 1 mar. 2021.

SUN, H. *et al.* Measuring environmental sustainability performance of South Asia. **Journal of Cleaner Production**, v. 251, 1 abr. 2020.

TELLES, D. D.; COSTA, R. P. (EDS.). **Reúso da Água: conceitos, teorias e práticas**. 2. ed. São Paulo : Blucher, 2010.

VOLLSET, S. E. *et al.* Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study. **The Lancet**, v. 396, n. 10258, p. 1285–1306, 17 out. 2020.

WANG, F. *et al.* **Technologies and perspectives for achieving carbon neutrality**. InnovationCell Press, , 28 nov. 2021.