

**Universidade do Minho**  
Escola de Ciências

Sayonara Maria Silva dos Santos Pontes

**Resíduos Sólidos Urbanos e o Índice de Desenvolvimento Humano no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil) – um contributo para a gestão do território**

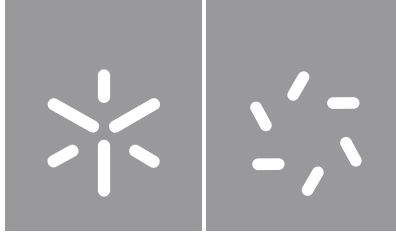
Resíduos Sólidos Urbanos e o Índice de Desenvolvimento Humano no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil) – um contributo para a gestão do território

Sayonara Maria Silva dos Santos Pontes

U Minho | 2023

outubro de 2023





**Universidade do Minho**

Escola de Ciências

Sayonara Maria Silva dos Santos Pontes

**Resíduos Sólidos Urbanos e o Índice de Desenvolvimento Humano no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil) – um contributo para a gestão do território**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Ciências e Tecnologia do Ambiente

Área de Especialização em Monitorização e Remediação Ambiental

Trabalho efetuado sob a orientação da

**Dr<sup>a</sup>. Isabel Margarida Horta Ribeiro Antunes**

e do

**Dr. José Augusto Costa Gonçalves**

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### **Licença concedida aos utilizadores deste trabalho**



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações**  
**CC BY-NC-ND**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais e esposo que sempre estiveram ao meu lado pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

Aos amigos, pela amizade incondicional e por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho em especial a Jandira Gaspar e Cleniston Lima.

Aos professores Isabel Margarida Antunes e José Augusto Gonçalves por terem sido meus orientadores e terem desempenhado tal função com dedicação.

A todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mas declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## **Resíduos Sólidos Urbanos e o Índice de Desenvolvimento Humano no Estado do Rio Grande do Norte (Brasil) – um contributo para a gestão do território**

### **RESUMO**

A destinação final inadequada dos resíduos sólidos, pode vir a contribuir para a poluição ambiental prejudicando o meio ambiente no qual se vive, causando impactos tanto ambientais, como sociais. A destinação incorreta se dá pelo aspecto socioeconômico, pois, uma destinação correta tem um custo alto, e é devido a isso que é necessário realizar uma destinação final correta a esses resíduos, bem como a conscientização ambiental da população. Esse trabalho pretende avaliar e caracterizar a destinação de resíduos sólidos urbanos dos quatro municípios com maior e dos quatro menor Índice de Desenvolvimento Humano do Rio Grande do Norte. Através dos dados levantados, é possível observar o cenário geral em que se encontra a gestão dos resíduos sólidos urbanos nos municípios de índice de Desenvolvimento Humano mais baixo e mais alto no Estado do Rio Grande do Norte, tendo como tipo predominante de descarte através dos lixões, como forma de disposição final para os resíduos, tem-se que os municípios com maior índice de Desenvolvimento Humano concentra o maior número de pessoas e são os que geram maior quantidade de resíduos por habitante. Esse estudo contribuirá uma importante fonte de informação sobre o destino final dos resíduos sólidos urbanos dos municípios de maior e menor índice de Desenvolvimento Humano e a sua relação, com informações da realidade socioambiental, contribuindo na busca da melhoria da qualidade de vida e ambiental dos municípios.

Palavras chave: desenvolvimento sócio-econômico, destinação final, educação ambiental, gestão de resíduos, reciclagem.

## **Urban Solid Waste and the Human Development Index (HDI) in the State of Rio Grande do Norte (Brazil) - a contribution to territorial management**

### **ABSTRAT**

Inadequate final disposal of solid waste can contribute to environmental pollution, damaging the environment in which people live and causing environmental and social impacts. Incorrect disposal is due to the socio-economic aspect, since correct disposal has a high cost, and it is because of this that it is necessary to carry out the correct final disposal of this waste, as well as environmental awareness of the population. This study aims to evaluate and characterize the disposal<sup>1</sup> of solid urban waste in the four municipalities with the highest and four lowest Human Development Indexes in Rio Grande do Norte. Through the data collected, it is possible to observe the general scenario in which urban solid waste management is found in the municipalities with the lowest and highest Human Development Index in the state of Rio Grande do Norte, with the predominant type of disposal being dumps, as a form of final disposal for waste. The municipalities with the highest Human Development Index concentrate most people and generate the greatest amount of waste per inhabitant. This study will provide an important source of information on the final destination of solid urban waste in the municipalities with the highest and lowest Human Development Indexes and their relationship with information on the socio-environmental reality, helping in the search for improving the quality of life and environment in the municipalities.

Keywords: environmental education, Final disposal, recycling, socio-economic development, Waste Management.



## ÍNDICE

<b>DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS</b> .....	ii
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iii
<b>DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE</b> .....	iv
<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRAT</b> .....	vi
<b>LISTA DAS SIGLAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE ILUSTRAÇÃO</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. RESÍDUOS SÓLIDOS</b> .....	4
<b>2.1 CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS</b> .....	5
2.1.1 SEGUNDO A NBR 10004/2004.....	5
2.1.2 SEGUNDO A LEI Nº 12.305/2010.....	6
2.1.3 SEGUNDO A RESOLUÇÃO NO 358/2005 - CONAMA .....	7
2.1.4 SEGUNDO A RESOLUÇÃO NO 307/2002 - CONAMA .....	8
<b>2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)</b> .....	9
<b>3. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO - IDH</b> .....	15
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – RIO GRANDE DO NORTE (RN)</b> .....	18
<b>4.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA</b> .....	18
<b>4.2 GEOLOGIA</b> .....	19
<b>4.3 HIDROLOGIA E HIDROGRAFIA</b> .....	20
<b>4.4 CLIMA</b> .....	22
<b>4.5 SOLO</b> .....	23
<b>5. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO RIO GRANDE DO NORTE</b> .....	26
<b>6 ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO RIO GRANDE DO NORTE – IDH/RN</b> .....	30
<b>6.1 OS QUATRO MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO NORTE COM MAIOR IDH</b> .....	32
6.1.1 PARNAMIRIM.....	32
6.1.2 NATAL.....	36
6.1.3 MOSSORÓ.....	38
6.1.4 CAICÓ .....	41
<b>6.2 OS QUATRO MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO NORTE COM MENOR IDH</b> .....	45
6.2.1 JOÃO DIAS .....	46

6.2.2 PARAZINHO.....	48
6.2.3 IELMO MARINHO.....	50
6.2.4 LAGOA DE PEDRAS .....	52
<b>6.3. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E O ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO ....</b>	<b>54</b>
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
<b>8. CONCLUSÕES .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>

## **LISTA DAS SIGLAS**

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FIERN	Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
MCidades	Ministério das Cidades
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PPC	Paridade de Poder de Compra
PGRCV	Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil
PEGIRS/RN	Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte
PNMC	Plano Nacional sobre Mudança do Clima
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RDH	Relatório de Desenvolvimento Humano
RCC	Resíduos de Construção Civil
RSS	Resíduos de Serviço de Saúde
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RN	Rio Grande do Norte
SEMARH-RN	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SLU	Sistema de Limpeza Urbana

## ÍNDICE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 Composição Gravimétricas dos Resíduos Sólidos Urbanos .....	11
Figura 2 Participação das regiões na geração de RSU (%) em 2022.....	12
Figura 3 Tendências do IDH do Brasil 1990 – 2021 .....	16
Figura 4 Localização geográfica do Rio Grande Do Norte (Brasil) .....	18
Figura 5 Esboço geológico do estado do Rio Grande do Norte.....	20
Figura 6 Bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte .....	21
Figura 7 Clima do RN .....	23
Figura 8 Classes de Solo .....	24
Figura 9 Regionalizações/Consórcios criadas pelo PEGIRS-RN .....	28
Figura 10 Índice de Desenvolvimento Humano do Rio Grande Do Norte .....	31
Figura 11 Mapa da localização do município de Parnamirim .....	33
Figura 12 Evolução do IDH do Município de Parnamirim/RN.....	34
Figura 13 Aterro sanitário de Vera Cruz/RN - CTR Potiguar .....	35
Figura 14 Mapa da Localização do Município de Natal/RN.....	36
Figura 15 Evolução do IDH do Município de Natal/RN.....	37
Figura 16 Aterro Sanitário Metropolitano de Natal/RN.....	38
Figura 17 Mapa da localização do município de Mossoró .....	39
Figura 18 Evolução do IDH do Município de Mossoró/RN.....	40
Figura 19 Localização do Aterro Sanitário Municipal de Mossoró .....	41
Figura 20 Mapa da localização do município de Caicó.....	42
Figura 21 Evolução do IDH do Município de Caicó/RN .....	43
Figura 22 Mapa de Localização do depósito de Resíduos Sólidos de Caicó/RN.....	44
Figura 23 Lixão de Caicó .....	45
Figura 24 Mapa da localização do município de João Dias/RN .....	46
Figura 25 Evolução do IDH do Município de João Dias/RN.....	47
Figura 26 Mapa da localização do município de Parazinho/RN.....	48
Figura 27 Evolução do IDH do Município de Parazinho/RN .....	49
Figura 28 Mapa da localização do município de Ielmo Marinho/RN.....	50
Figura 29 Evolução do IDH do Município de Ielmo Marinho/RN.....	51
Figura 30 Aterro metropolitano de natal - BRASECO .....	52

Figura 31 Mapa da localização do município de Lagoa de Pedras/RN .....	52
Figura 32 Evolução do IDH do Município de Lagoa de Pedras/RN .....	53

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Classificação de resíduos conforme a norma ABNT NBR 10.004:2004 .....	5
Tabela 2 Geração de RSU no Brasil .....	13
Tabela 3 Quantidade de Resíduos sólidos gerados por região do Rio Grande do Norte .....	29
Tabela 4 Variação do IDH e enquadramento dos municípios do Rio Grande do Norte.....	31
Tabela 5 Os quatro Municípios com maior IDH .....	32
Tabela 6 O Ranque dos Municípios com menor IDH.....	45
Tabela 7 Relação entre os quatro municípios com maior e os quatro com menor IDH com relação a disposição final dos RSU.....	58
Tabela 8 Produção de RSU dos quatro municípios com maior e menor IDH.....	59

## 1. INTRODUÇÃO

A temática dos resíduos sólidos vem ganhando cada dia maior atenção em diversos países, em face da multiplicidade de problemas que acarreta para o meio ambiente. Tais problemas agravam-se num contexto de degradação e escassez de recursos naturais, aumento da população mundial e crescimento das taxas per capita de geração de resíduos ao redor do mundo, inclusive no Brasil (Cécile et al., 2013).

A destinação final inadequada dos resíduos sólidos, pode vir a contribuir para a poluição ambiental prejudicando o meio ambiente no qual se vive, causando impactos tanto ambientais, como sociais. Um deles o qual podemos chamar de impacto ambiental, é ação do percolato (líquido formado a partir da decomposição dos resíduos sólidos orgânicos, mais a água da chuva), seja através do escoamento para corpos d'água superficiais ou através da infiltração em lençóis subterrâneos, podendo comprometer a qualidade da água (Lopes, 2019). O descarte incorreto, pode vir a ter consequências provenientes da decomposição anaeróbica do componente orgânico desses resíduos como a liberação de gases que contribui para o que se chama de efeito estufa e especialmente o gás metano (CH<sub>4</sub>), sendo considerados como um dos principais responsáveis do aquecimento global (Gouveia, 2012). Não são somente os impactos ambientais que nos preocupam, mas também impactos sociais causados, como transmissão de doenças que ocorrem na população que vive perto de onde foi realizado o descarte, sem contar o mau cheiro aos arredores desses resíduos (Lopes, 2019).

A estimativa da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) é de que foram gerados cerca de 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos em 2022, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias. Com este valor, cada brasileiro produziu, em média, 1,043 kg de resíduos por dia. A disposição final é uma das alternativas de destino final ambientalmente adequada previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), desde que observadas as normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (ABRELPE, 2022).

Quando se fala em destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, isso envolve questões como a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, dentre elas a disposição final em aterros sanitários (Presidência da República, 2010).

No Brasil, a maior parte dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) coletados (61%) continua sendo encaminhada para aterros sanitários, com 46,4 milhões de toneladas enviadas para destinação ambientalmente adequada em 2022. Por outro lado, áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados, ainda seguem em operação em todas as regiões do país e receberam 39% do total de resíduos coletados, alcançando um total de 29,7 milhões de toneladas com destinação inadequada (ABRELPE, 2022).

No Rio Grande Do Norte (RN) existem unicamente três aterros sanitários, o da cidade de Mossoró, do município de Ceará-Mirim que acolhe a região metropolitana de Natal e agora recentemente o de Potiguar no município de Vera Cruz que está recebendo resíduos de mais de 10 municípios. Os demais municípios do estado gerenciam e alocam seus resíduos de forma inapropriada, contemplando um total de 170 áreas irregulares de acomodação de resíduos em todo o estado do Rio Grande do Norte (Araújo, 2022).

A destinação incorreta se dá pelo aspecto socioeconômico, pois, uma destinação correta tem um custo alto, e é devido a isso que municípios de pequeno porte sentem uma necessidade maior de realizar uma destinação final correta a esses resíduos, bem como a falta de conscientização ambiental da população habitante no mesmo. Com o crescimento da população brasileira e das indústrias nas áreas urbanas nos últimos anos, houve um aumento na geração e consumo de produtos descartáveis, os quais foram responsáveis pelo crescimento da geração de resíduos sólidos presentes no meio ambiente. Sabe-se que nem sempre se tem uma destinação correta desses resíduos sólidos, muitas vezes por falta de um plano de gerenciamento municipal dos mesmos, o qual pode ocorrer até mesmo por falta de verba, ou por falta de conscientização por parte da população, e isso, pode resultar em muitos impactos negativos no meio ambiente, em decorrência a poluição que isso tende a gerar (Lopes, 2019).

Considerando que parte dos resíduos gerados pelas atividades humanas ainda possui valor comercial, se manejado de maneira adequada, deve-se adotar uma nova postura e começar a ver o lixo como uma matéria-prima potencial (IPT, 2000).

A Agenda 21, documento assinado durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (United Nations Conference on Environment and Development), ocorrida no Rio de Janeiro, em 1992, trazia essa visão. A Introdução do seu capítulo 21, fala que o manejo ambientalmente saudável desses resíduos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar resolver a causa fundamental do problema,



procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo. Isso implica na utilização do conceito de manejo integrado do ciclo vital, o qual apresenta oportunidade única de conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente (Brasil, 1995).

Este trabalho tem como principal objetivo analisar a produção e destino de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) nos municípios de maior e menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do estado do Rio Grande do Norte (Brasil), com a finalidade de caracterizar, avaliar quali-quantitativamente e identificar relação entre eles. A questão dos resíduos sólidos urbanos, mesmo quando se trata de um serviço de competência direta dos municípios, apresenta uma situação preocupante, onde os lixões ocorrem em todas as regiões do estado do Rio Grande do Norte, com descarte indiscriminado de resíduos a céu aberto, combustão, presença de vetores (pernilongos, pulgas, mosquitos) e animais (ratos) que podem transmitir doenças, bem como a existência de catadores. O descarte incorreto e sem tratamento dos resíduos sólidos desses municípios vem provocando diversos problemas ambientais e prejudica a saúde humana. Essa situação ocorre principalmente associada a uma urbanização acelerada, enquanto a ocupação nas áreas rurais tem vindo a diminuir e a população local quase sempre supera a capacidade das infraestruturas urbanas.

Com esse trabalho pretende-se avaliar e caracterizar a destinação de resíduos sólidos urbanos dos quatro municípios com maior IDH e dos quatro com menor IDH no Rio Grande do Norte. Compreender a relação entre o IDH e a geração de resíduos sólidos urbanos. Propor medidas de monitorização e remediação ambiental nas áreas em estudo, como um contributo para o ordenamento do território.

Portanto, esse estudo contribuirá uma importante fonte de informação sobre o destino final dos resíduos sólidos urbanos dos municípios de maior e menor IDH e a sua relação, com informações da realidade socioambiental, contribuindo na busca da melhoria da qualidade de vida e ambiental dos municípios.

## 2. RESÍDUOS SÓLIDOS

O serviço de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, de acordo com o art. 7º da Lei nº 11.445/2007, compreende as seguintes atividades: a coleta, transbordo e transporte de resíduo; a triagem para fins de reuso ou reciclagem, de tratamento, inclusive por compostagem, e de disposição final dos resíduos; a varrição, capina e poda de árvores em vias públicas; e outras ações pertinentes à limpeza urbana (Brasil, 2007).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 10.004:2004 - Resíduos sólidos: classificação, define resíduos sólidos como: *Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividade de origem industrial, doméstica, comercial, agrícola, de serviços e de varrição*. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004).

De acordo com a Lei nº 12.305/2010, entende por resíduos sólidos: Art. 3º [...] XVI – *resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível* (Presidência da República, 2010).

Na citada lei é ainda definido resíduo sólido de rejeito como: Art. 3º [...] XV – *rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada* (Presidência da República, 2010).

## 2.1 CLASSIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Podemos classificar os resíduos sólidos de diversas formas: Por sua natureza física: seco e molhado; por sua composição química: matéria orgânica e matéria inorgânica; e de acordo com a origem.

### 2.1.1 SEGUNDO A NBR 10004/2004

Uma referência comumente utilizada é a norma ABNT NBR 10.004:2004 (ABNT, 2004) - Resíduos sólidos - Classificação. Além de classificar os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, a norma diferencia os resíduos perigosos dos não perigosos, conforme definido na tabela 1:

*Tabela 1 Classificação de resíduos conforme a norma ABNT NBR 10.004:2004*

<b>Resíduos Classe I - Perigosos</b>		São os resíduos que apresentam periculosidade ou pelo menos uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
<b>Resíduos classe II - Não perigosos</b>	<b>Resíduos classe II A - Não inertes</b>	São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou de resíduos classe II B e podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
	<b>Resíduos classe II B - Inertes</b>	São quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: Adaptado da norma ABNT NBR 10.004:2004 (ABNT, 2004)

## 2.1.2 SEGUNDO A LEI Nº 12.305/2010

A Lei nº 12.305/2010 classifica, de acordo com o art. 13, quanto à origem e quanto a perigosidade, os resíduos sólidos enquadrados no que referir-se ao tema deste trabalho:

I - Quanto à origem:

- a) Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos sólidos urbanos: os englobados nos itens “a” e “b”;
- d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nos itens “b” e “e”, bem como os resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de transportes;
- e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos no item “c”.
- f) Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama (Sistema Nacional do Meio Ambiente e do SNVS (Sistema Nacional de Vigilância Sanitária));
- h) Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) Resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - Quanto à perigosidade:

a) Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco para a saúde pública ou qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;

b) Resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea “a”.

### 2.1.3 SEGUNDO A RESOLUÇÃO NO 358/2005 - CONAMA

Segundo Resolução No 358, de 29 de abril de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, a qual dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e de outras providências, por revogação da Resolução No 283, de 12 de julho de 2001 do CONAMA, a classificação dos resíduos sólidos dos serviços de saúde pode ser dividida em:

Grupo A - Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, pelas suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção.

Grupo B - Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco para saúde pública ou para o meio ambiente, dependendo das suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade;

Grupo C - Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos (materiais radioativos) em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista;

Grupo D - Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico para saúde ou para o meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares;

Grupo E - Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, tubos capilares, micropipetas, lâminas e lamínulas, espátulas e todos os utensílios de vidro

quebrado no laboratório (e.g. pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares (CONAMA, 2005).

#### 2.1.4 SEGUNDO A RESOLUÇÃO NO 307/2002 - CONAMA

A Resolução No 307, de 05 de julho de 2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, a qual considera que os geradores de resíduos nesta atividade devem ser os responsáveis pelos mesmos e estabelece as diretrizes para o Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil – PGRCV, considerando a seguinte classificação para os Resíduos da Construção Civil:

Classe A – Inclui os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios, etc.) produzidos nos canteiros de obras, cujo destino final deverá ser a reutilização ou reciclagem na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

Classe B - Inclui os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros. Cujo destino final deverá ser a reutilização ou reciclagem ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

Classe C - Inclui os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso. Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

Classe D - Inclui os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou os contaminados resultantes de demolições, reformas e reparos de

clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas (CONAMA, 2002).

## **2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU)**

Toda sociedade produz um tipo de resíduo sólido, um conjunto de materiais que variam de cidade para cidade, dependendo dos usos e costumes da população, clima e estação do ano, poder aquisitivo, atividades econômicas, e que se modificam ao longo do tempo. Identificar periodicamente as características dos resíduos sólidos produzidos em cada localidade contribui para uma gestão adequada dos resíduos sólidos.

Na proposta existente para a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, os resíduos sólidos urbanos são definidos como aqueles provenientes de residências ou de qualquer outra atividade que gere resíduos com características domiciliares ou a estes equiparados, bem como os resíduos de limpeza pública urbana (Presidência da República, 2010).

Entre os resíduos urbanos estão enquadrados os residenciais, de varrição, de feiras livres, de capinação e poda (Bidone & Povinelli, 1999).

Os resíduos urbanos são compostos por resíduos sólidos gerados num aglomerado urbano, excetuados os resíduos industriais perigosos, hospitalares sépticos e de aeroportos e portos (FUNASA, 2004).

O resíduo sólido pode ser definido como: "Todo e qualquer refugo, sobra ou detrito resultante da atividade humana, excetuando dejetos e outros materiais sólidos; pode estar em estado sólido ou semissólido" (Lima, 2002).

A legislação sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos foi criada com a intenção de proteger o meio ambiente e a saúde pública. Além disso, reduzir ao mínimo as consequências adversas que os resíduos são capazes de provocar quando não gerenciados adequadamente. A legislação é fiscalizada por órgãos ambientais nacionais, estaduais ou municipais. Esses órgãos definem regulamentações e atos de infração em casos de não cumprimento da lei (Vertown, 2022).

Quando se trata do quadro institucional geral, o Brasil conta com um arcabouço legal que estabelece diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos, por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei nº 12.305/2010), e para a prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e

manejo de resíduos sólidos por meio da Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007). Também conta com a Lei de Consórcios Públicos (Lei nº 11.107/2005) que permite estabelecer relações de cooperação federativa para a prestação desses serviços, e com o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), em que estão presentes diretrizes e metas sobre resíduos sólidos. Além de todo arcabouço legal já mencionado, há também a Lei Nº 14.026 de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico e faz alterações em leis anteriores (MMA, 2012).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) tem como instrumentos os planos de resíduos sólidos, eles são: o Plano Nacional; os planos estaduais; os planos microrregionais e os planos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; os planos intermunicipais; os planos municipais de gestão integrada e os planos de gerenciamento (Presidência da República, 2010).

A elaboração dos planos estaduais e municipais de resíduos sólidos, nos termos previstos pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos, é condição para os estados e municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade (Presidência da República, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos ainda determina que o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos pode estar inserido no plano de saneamento básico previsto na Lei nº 11.445, de 2007 e alterado pela Lei nº 14.026/2020, respeitado o conteúdo mínimo previsto na Política.

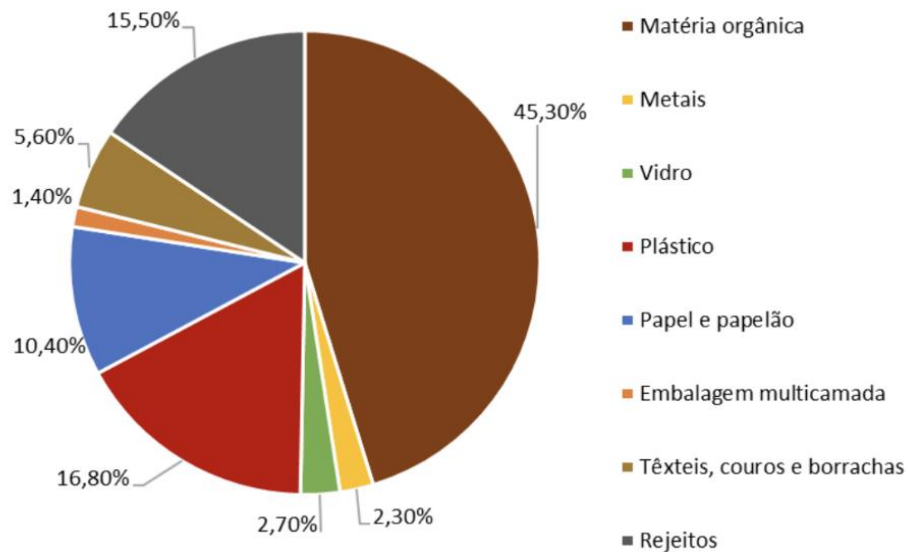
Além disso, o município que optar por soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, assegurado que o plano intermunicipal preencha os requisitos estabelecidos na mesma Política, pode ser dispensado da elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (Presidência da República, 2010).

A caracterização e a análise dos componentes dos resíduos sólidos urbanos pelos municípios são fundamentais para a adequada gestão e para o gerenciamento dos RSU. Os dados podem variar dependendo da fonte e metodologia aplicada (Sinir, 2023).

A Composição Gravimétrica Dos RSU representa o percentual de cada componente em relação ao peso total dos resíduos sólidos. No Brasil, em geral, o constituinte presente com maior percentual na composição dos resíduos sólidos é a matéria orgânica, que representa mais de 50% seguido pelo papel e papelão, plásticos, materiais metálicos e vidros (FUNASA, 2004);



De acordo com os dados disponíveis (figura 1), nota-se que a fração orgânica, abrangendo sobras e perdas de alimentos, resíduos verdes e madeiras, é a principal componente dos RSU, com 45,3%. Os resíduos recicláveis secos somam 33,6%, sendo compostos principalmente pelos plásticos (16,8%), papel e papelão (10,4%), vidros (2,7%), metais (2,3%), e embalagens multicamadas (1,4%). Outros resíduos somam 21,1%, dentre os quais resíduos têxteis, couros e borrachas representam 5,6% e rejeitos, estes compostos principalmente por resíduos sanitários, somam 15,5% (Sinir, 2023).



*Figura 1 Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos*

Fonte: (Sinir, 2023)

No Brasil, o serviço sistemático de limpeza urbana foi iniciado oficialmente em 25 de novembro de 1880, na cidade de São Sebastião do Rio de Janeiro, então capital do Império. Em 2001, a situação da gestão dos resíduos sólidos se apresentava em cada cidade brasileira de forma diversa, prevalecendo, entretanto, uma situação nada alentadora (Monteiro, 2001).

A gestão dos resíduos sólidos urbanos é de extrema importância do ponto de vista da segurança sanitária, e contribui substancialmente para as mudanças climáticas. A eficiência dos processos básicos de gestão, como coleta, transporte e disposição, está diretamente relacionada à redução das emissões de gases de efeito estufa (Maria et al., 2020).

A geração de RSU no Brasil durante o ano de 2022, alcançou um total de aproximadamente 81,8 milhões de toneladas, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro produziu, em média, 1,043 kg de resíduos por dia. A partir dos dados registrados em 2022, observa-se

que o montante de RSU gerados no país apresentou uma curva regressiva. As possíveis razões podem estar relacionadas às novas dinâmicas sociais, com a retomada da geração de resíduos nas empresas, escolas e escritórios, com a menor utilização dos serviços de delivery em comparação ao período de maior isolamento social e por conta da variação no poder de compra de parte da população (ABRELPE, 2022).

A região com maior geração de resíduos continua sendo a Sudeste (figura 2), com cerca de 111 mil toneladas diárias (aproximadamente 50% da geração do país) e uma média de 450 kg/hab/ano, enquanto a região Centro-Oeste representa pouco mais de 7% do total gerado, com cerca de 6 milhões de toneladas/ano, a menor dentre as regiões. Em termos de geração diária por habitante, as variações regionais mostram-se bastante latentes, com a região Sudeste apresentando uma geração média de 1,234 kg/hab/dia, a maior do país e, na outra ponta, a região Sul com uma média de 0,776 kg/hab/dia (ABRELPE, 2022).



Figura 2 Participação das regiões na geração de RSU (%) em 2022

Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2022)

Como o Sudeste e o Nordeste são as regiões mais populosas, elas são, conseqüentemente, as maiores geradoras de resíduos, produzindo juntas mais de 65% de todo o RSU gerado no Brasil no ano de 2022, como indica a tabela 2.

Tabela 2 Geração de RSU no Brasil no ano de 2022

<b>Regiões</b>	<b>Geração total (t/ano)</b>	<b>População total (Hab)</b>
Norte	6.173.684	17.834.762
Nordeste	20.200.385	55.389.382
Centro-Oeste	6.127.414	16.492.326
Sudeste	40.641.166	87.348.223
Sul	8.668.857	30.685.598

Fonte: Adaptado de (ABRELPE, 2022) e (IBGE, 2022b).

A disposição final é uma das alternativas de destinação final ambientalmente adequada previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), desde que observadas as normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (ABRELPE, 2022).

Segundo ABRELPE, no Brasil, a maior parte dos RSU coletados (61%) continua sendo encaminhada para aterros sanitários, com 46,4 milhões de toneladas enviadas para destinação ambientalmente adequada em 2022. Por outro lado, áreas de disposição inadequada, incluindo lixões e aterros controlados, ainda seguem em operação em todas as regiões do país e receberam 39% do total de resíduos coletados, alcançando um total de 29,7 milhões de toneladas com destinação inadequada.

Segundo Santos (2010), citando Amaral (2006), a disposição final dos resíduos sólidos é a última etapa dos sistemas de limpeza urbana. Entretanto, trata-se de um problema muitas vezes complexo que sofre a influência de circunstâncias locais, econômicas, sociais, ambientais e até estéticos. O problema abrange aspectos essenciais, tais como: O sanitário, o ambiental, o técnico e o econômico, cuja resultante determina a escolha do sistema a ser empregado.

Dispõe-se de três formas de destinação final para os resíduos sólidos urbanos, aterro sanitário, lixão e aterro controlado.

Os aterros sanitários representam uma forma de distribuição ordenada de rejeitos, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Presidência da República, 2010).

A Norma Brasileira - NBR 8.419 (ABNT, 1992) define o aterro sanitário *como técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo [...] que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.*

Os lixões são áreas sem nenhum controle sobre a qualidade e quantidade dos resíduos recebidos e provocam graves casos de contaminação dos solos, do ar e das águas (superficiais e subterrâneas) em função do lançamento descontrolado de lixiviados e gases, além da depreciação da paisagem e lastimável presença de catadores (que buscam alimentos e recicláveis) entre animais (e.g. cães, porcos, urubus) (Leite et al., 2019).

Os aterros controlados são áreas com algum controle operacional e ambiental (podem ter balança rodoviária, controle de acesso, coleta de lixiviados, drenagem parcial de gases, entre outros) não chegando ao rigor de um aterro sanitário, porém melhor que o cenário observado nos lixões. Segundo Freire (2009), o termo aterro controlado é utilizado de forma incorreta, pois indiretamente leva a crer que os resíduos estariam sendo enviados para um aterro, mas estão indo para lixões, portanto, a denominação mais apropriada seria lixão controlado (Freire, 2009).

Tendo em vista que a destinação final inadequada dos resíduos sólidos constitui um problema ambiental, existe a necessidade de encontrar não apenas alternativas de disposição final, mas opções que considerem o problema dos resíduos de forma sistêmica e que englobem o modelo produtivo como um todo. Uma das soluções que visa a reestruturação do modelo produtivo é a Economia Circular. A Economia Circular propõe, em linhas gerais, a reinserção dos materiais no ciclo produtivo, visando minimizar a sua deposição no ambiente e conseqüentemente evitar a geração de impactos ambientais negativos (Foster & Roberto, 2016).

### 3. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO - IDH

Em 1990, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) publicou o seu primeiro Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH), com o recém-criado Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). A premissa do IDH, considerada radical na época, era de uma simplicidade elegante: o desenvolvimento nacional devia ser medido não apenas pelo rendimento nacional, como era prática até a data, mas também pela esperança de vida e pela alfabetização, em relação às quais estavam disponíveis dados comparáveis para a maioria dos países (PNUD, 2010).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida resumida do progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. O objetivo da criação do IDH foi o de oferecer um contraponto a outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, que considera apenas a dimensão económica do desenvolvimento. Criado por Mahbub ul Haq com a colaboração do economista indiano Amartya Sen, ganhador do Prêmio Nobel de Economia de 1998, o IDH pretende ser uma medida geral e sintética que, apesar de ampliar a perspectiva sobre o desenvolvimento humano, não abrange nem esgota todos os aspectos de desenvolvimento (PNUD, 2023).

Segundo o PNUD (2013), a análise deste indicador pode localizar-se em cinco esferas: IDH muito baixo (0 a 0,499), baixo (0,499 a 0,599), médio (0,599 a 0,699), alto (0,699 a 0,799) e muito alto (0,799 a 1), considerando uma escala numérica de 0 a 1.

O valor do IDH no Brasil para o ano de 2021 é de 0,754 (figura 3), colocando o país na categoria de Alto Desenvolvimento Humano e posicionando-o em 87º lugar entre 191 países e territórios. Entre 1990 e 2021, o valor do IDH do Brasil passou de 0,610 para 0,754, com uma variação de 23,6 %. Entre 1990 e 2021, a expectativa de vida ao nascer no Brasil mudou em 6,8 anos, a média de anos de escolaridade mudou em 4,4 anos e a expectativa de anos de escolaridade mudou para 3,5 anos. O PIB *per capita* no Brasil mudou em cerca de 40,1 % entre 1990 e 2021 (PNUD, 2021).

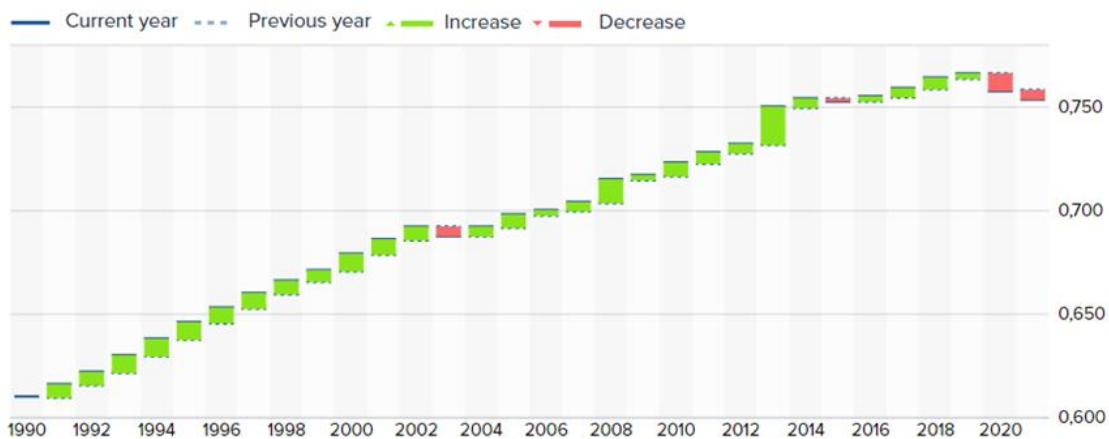


Figura 3 Tendências do IDH do Brasil 1990 – 2021

Fonte: <https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/countries/BRA>

Sendo uma importante fonte de informação não apenas para os governantes verificarem as atuais circunstâncias do seu país ou um retrato social exclusivo da Organização das Nações Unidas (ONU), o IDH é um guia para todas as pessoas e organismos públicos e privados na definição de políticas públicas e investimentos entre as nações. Assim sendo, permite tanto definir a atual conjuntura económico-social de uma região, mas também considerar os esforços envolvidos na procura de melhores resultados. Neste sentido, os países podem utilizar os seus recursos na busca de bons indicadores, mas deparam-se com restrições orçamentais e com a dificuldade de utilizá-los da maneira mais racional possível. Desta forma, a eficiência dos gastos na saúde, na educação, como os componentes básicos do desenvolvimento humano, e a distribuição da renda são importantes medidas dos esforços auferidos pelos setores nacionais, que podem proporcionar mudanças nos indicadores de desenvolvimento humano e consequente alteração de como aquela nação é vista aos olhos de todo o mundo (Dalberto et al., 2015).

Apesar de seu sucesso e popularidade, o IDH é criticado por ignorar os impactos ecológicos (Assa, 2021). A razão fundamental por trás da crítica é que o mundo em que vivemos mudou tremendamente. O mundo vazio anterior se transformou no mundo cheio atual (Daly, 2020). O mundo vazio é caracterizado por capital natural abundante e capital artificial relativamente escasso, enquanto o mundo cheio é caracterizado por capital natural absolutamente escasso e capital artificial relativamente abundante. Do ponto de vista da geologia, o Holoceno se transformou no Antropoceno (Daly, 2020). No Holoceno, o ambiente e os ecossistemas mudaram e evoluíram naturalmente e as funções e capacidades ecológicas estáveis conduziram ao desenvolvimento humano e à civilização moderna; no Antropoceno, as ambições e ações humanas têm sido o motor dominante das mudanças

ambientais globais e da superação ecológica, razão pela qual o Antropoceno é chamado de era dos humanos. Para a avaliação do desenvolvimento humano, os impactos ecológicos induzidos pelo homem, como o aquecimento global e o esgotamento de recursos, são sérios demais para serem ignorados e negligenciados no atual mundo completo e no Antropoceno (PNUD, 2022).

Em geral, grandes valores de IDH estão correlacionados com grandes impactos ecológicos (Assa, 2021). Alguns países desenvolvidos com grandes valores de IDH e impactos ecológicos não devem ser tratados como modelos de desenvolvimento humano, porque os grandes valores de IDH não poderiam ser replicados por outros países e gerações futuras sem causar superação ecológica (Hickel, 2020). Do ponto de vista da Terra, se os impactos ecológicos forem grandes e além dos limites ecológicos, buscar níveis mais altos de desenvolvimento humano seria impossível a longo prazo. Alguns países em desenvolvimento com valores baixos de IDH e impactos ecológicos também não devem ser tratados como modelos de desenvolvimento humano, porque valores baixos de IDH significam baixos padrões de vida, o que não é o propósito e a meta do desenvolvimento humano. Do ponto de vista humano, se os níveis de desenvolvimento humano são baixos, manter pequenos impactos ecológicos dentro dos limites ecológicos não tem sentido. Portanto, os impactos ecológicos devem ser incorporados à avaliação do desenvolvimento humano de forma apropriada e razoável, pela qual possamos definir e julgar quais países devem ser tratados como verdadeiros modelos de desenvolvimento humano (Zhang & Zhu, 2022).

## 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO – RIO GRANDE DO NORTE (RN)

### 4.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O Estado do Rio Grande do Norte (RN) do Brasil, localiza-se na esquina do continente sul americano, ocupando posição privilegiada em termos de localização estratégica, pois se trata do Estado brasileiro que fica mais próximo dos continentes africano e europeu (figura 4). Com uma extensão de 52.810 km<sup>2</sup>, o Estado ocupa 3,41% de área da Região Nordeste e cerca de 0,62% do território nacional. Limita-se com o Estado do Ceará a Oeste, ao Sul com o Estado da Paraíba, e a Leste e ao Norte com o Oceano Atlântico (Rio Grande do Norte, 2014). Possui 167 municípios e apresenta uma população de 3.302.406 habitantes (IBGE, 2022a).

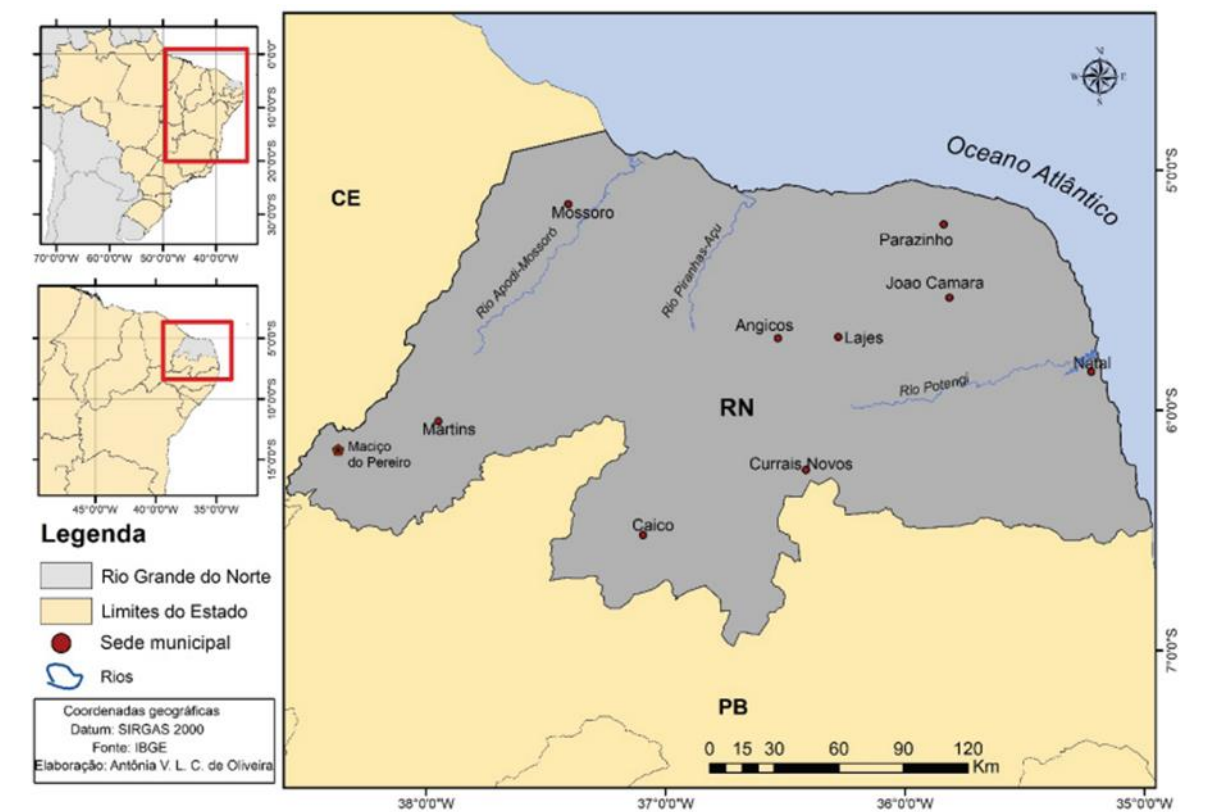


Figura 4 Localização geográfica do Rio Grande Do Norte (Brasil)

Fonte: (Diniz & Oliveira, 2018)

O Rio Grande do Norte está situado próximo ao Equador, o que lhe confere características climáticas bem específicas, como o verão seco e a presença do sol durante a maior parte do ano. Assim, além da tradicional atividade salineira e de condições edáfico-climáticas para a produção de fruticultura irrigada, o Estado dispõe de um excelente potencial para a exploração da atividade turística, sendo o maior atrativo para esta ação, a extensa faixa litorânea com cerca de 410 km de praias belas e



mares com temperaturas amenas. Além disso, está localizado perto de capitais importantes dos Estados do Nordeste, como Pernambuco, Ceará e Paraíba (Rio Grande do Norte, 2014).

De acordo com os dados, em 2020, o PIB do Rio Grande do Norte somou R\$ 71,577 bilhões. Desse valor, R\$ 39,6 bilhões foram gerados na Mesorregião do Leste, o que equivale a 55,34% do PIB do Estado (IBGE, 2022a).

Já de acordo com a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte (Fiern), os principais setores que impulsionam a economias são o setor de “Comércio e Serviços” tem a maior participação na agregação de valor do Rio Grande do Norte, com 72,8%. O segmento “Serviços” responde por 30% do total, seguido da “Administração pública”, com 27,7%, e pelo “Comércio”, com 15,1% (em 2012), a “Indústria” que tem 21,8% da agregação de valor da população, com forte retração da “Indústria de Transformação”, compensada por elevações na “Indústria Extrativa” e na “Construção Civil” e a “Agropecuária”, por sua vez, responde por 3,4%, e destaca-se a fruticultura irrigada, com área colhida de melão com grande relevância no Nordeste (Fiern, n.d.).

## **4.2 GEOLOGIA**

O Estado do Rio Grande do Norte situa-se no segmento NE da região Nordeste do Brasil, (figura 5). Do ponto de vista geológico é composto principalmente pelo embasamento pré-cambriano, na zona sul, pelas rochas cretáceas da Bacia Potiguar, a norte, e coberturas sedimentares de idade Cenozóica na faixa costeira e vales. A Província Borborema é composta por um mosaico de rochas ígneas e metamórficas, estando representada por um complexo de faixas dobradas e núcleos do embasamento cristalino, subdivididos em terrenos, maciços ou faixas em função das suas características litoestruturais e geocronológicas. A sua evolução geodinâmica envolveu a acreção de diferentes unidades tectono-estratigráficas durante o evento orogénico de união dos terrenos neoproterozóicos Pan-africanos (Brito Neves, 1999), onde se manifestaram importantes eventos tectónicos, termais e magmáticos de idade neoproterozóica, atribuídos à Orogenia Brasileira (Almeida et al., 1981).

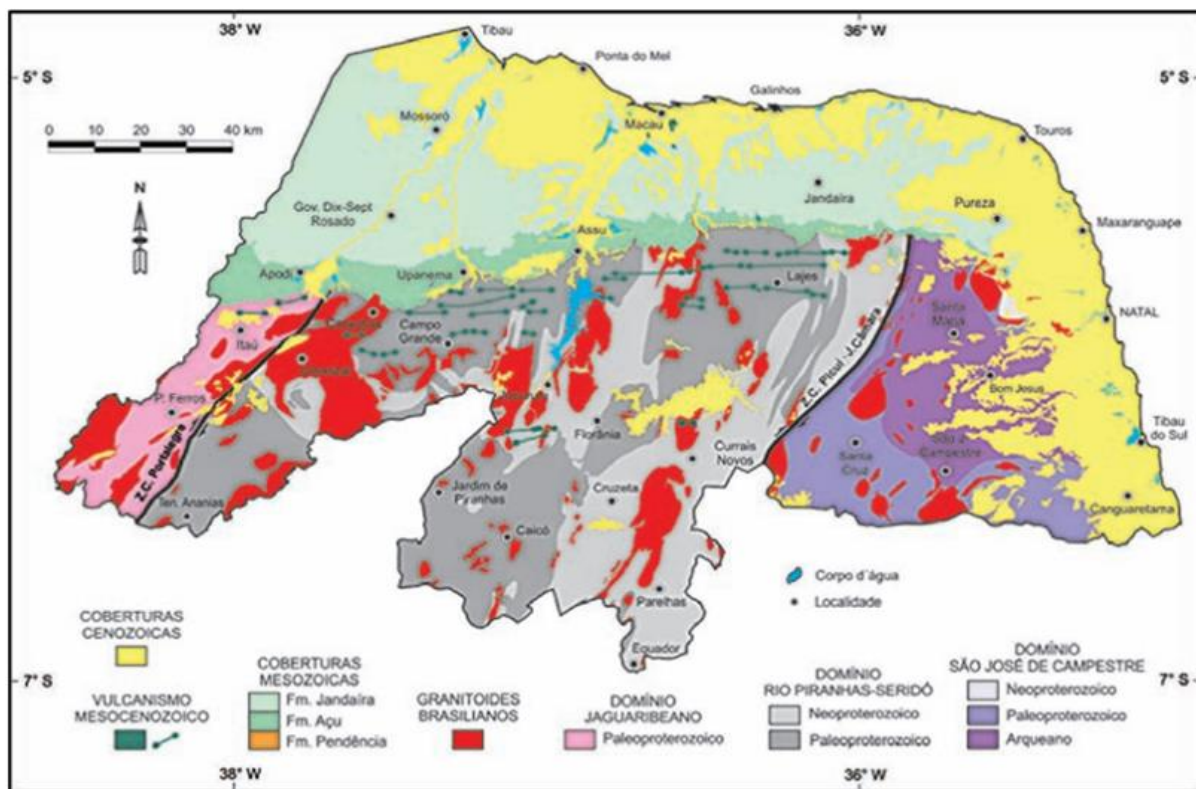


Figura 5 Esboço geológico do estado do Rio Grande do Norte.

Fonte: Geodiversidade Do Estado Do Rio Grande Do Norte (CPRM, 2010)

A geologia do estado do Rio Grande do Norte pode ser enfocada/generalizada a partir de três grandes grupos de rochas: o primeiro, e mais antigo, é representado por unidades pré-cambrianas (3,45 bilhões de anos até 542 milhões de anos); o segundo constitui unidades do Cretáceo (145 a 65 milhões de anos), representadas pelas rochas sedimentares da Bacia Potiguar e vulcânicas associadas; o terceiro, de idade mais jovem, constituído pelas coberturas sedimentares cenozoicas (65 milhões de anos até o recente) (CPRM, 2010).

### 4.3 HIDROLOGIA E HIDROGRAFIA

A Hidrografia do RN é super rica e diversificada, porém, por conta do clima semiárido e das constantes mudanças de clima os afluentes de rios estão sempre sumindo e aparecendo, causando uma mudança repentina na paisagem e na biodiversidade do local. É marcada por rios temporários, isto é, permanecem secos durante o período sem chuvas, sendo os principais o Apodi/Mossoró, que nasce na Serra da Queimada, em Luís Gomes, e deságua no Oceano Atlântico; e o rio Piranhas/Açu, que nasce na Paraíba e entra no Rio Grande do Norte (Natal-RN, 2019).

No Rio Grande do Norte existem dezesseis bacias hidrográficas, (IGARN, 2014), sendo duas de escoamento litorâneo difuso (figura 6). As bacias hidrográficas do estado incluem a do rio: Apodi/Mossoró, Piranhas Açú, Boqueirão, Punaú, Maxaranguape, Ceará-Mirim, Doce, Potengi, Pirangi, Trairi, Jacú, Catu, Curimataú e Guajú, Faixa litorânea norte de escoamento difuso e Faixa litorânea sul de escoamento difuso. Dentre as dezesseis bacias hidrográficas, quatro são de domínio da União: Piranhas-Açú, Jacú, Curimataú e Guajú.

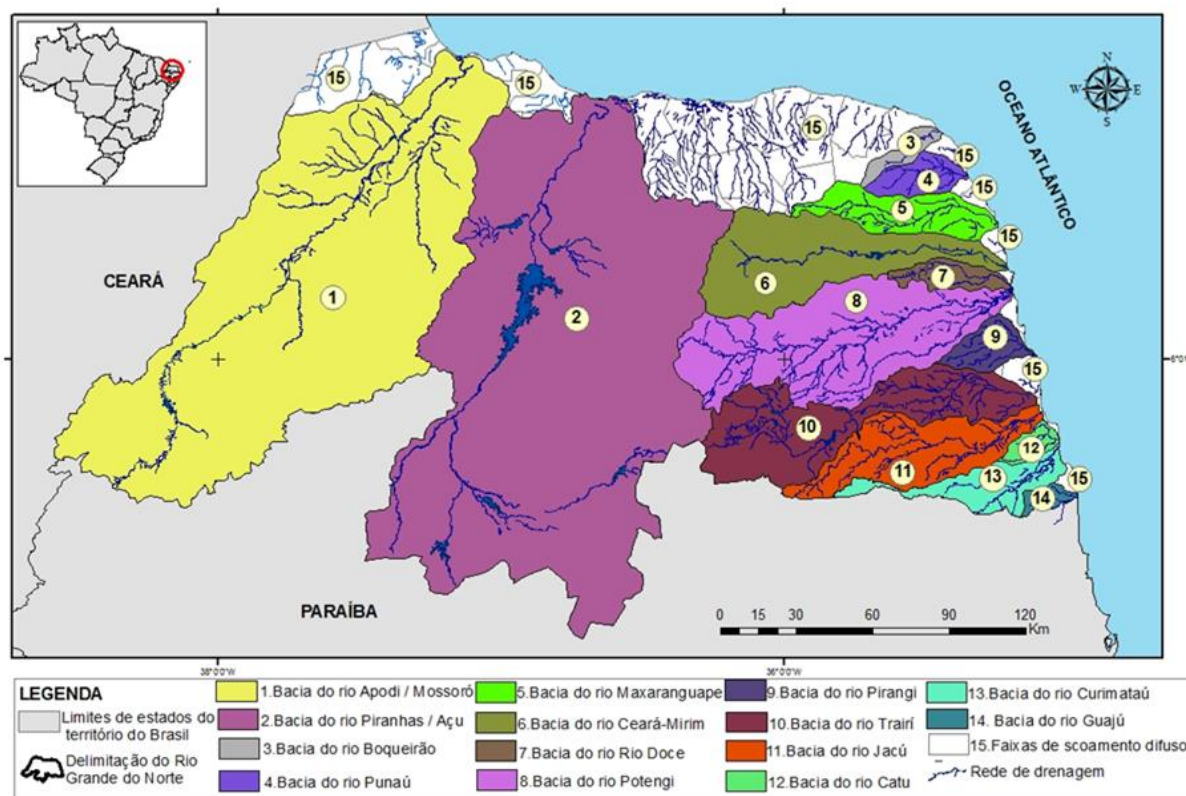


Figura 6 Bacias hidrográficas do Rio Grande do Norte

Fonte: <http://www.semarnh.rn.gov.br/>

A maior bacia hidrográfica do Rio Grande do Norte, que representa 32% do estado, é a bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açú. O rio principal nasce no estado da Paraíba e desemboca no estado do Rio Grande do Norte. Por esse motivo, a gestão de águas é feita pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA (Nascimento et al., 2021).

Na bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açú, está localizado o maior reservatório de água do Rio Grande do Norte, a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves, que tem por finalidade o suprimento de água ao Projeto de Irrigação do Baixo Açú. São inúmeros os benefícios gerados pelo Projeto Baixo-Açú, destacando-se, sobretudo, o aproveitamento hidroagrícola das terras aluviais do vale, assim como os

chapadões dos tabuleiros das encostas, cuja irrigação promoverá o desenvolvimento agrícola em uma área com cerca de 25.000 hectares (DNOCS, 2015).

A geografia do Rio Grande do Norte também contribui bastante para movimentação dessas águas, que podem ser da chuva ou de nascentes naturais, o planalto é perfeito para formar um caminho para a água ser distribuída sua altitude faz com que as águas corram quase sempre pelos mesmos afluentes até as áreas de brejos (Natal-RN, 2019).

#### **4.4 CLIMA**

Pode-se perceber cinco tipos de clima no RN (Figura 7): Clima Semi-árido Rigoroso - localizado na parte central e litoral setentrional, prolongando-se numa faixa estreita, quase contínua, até o extremo sul do estado, abrangendo uma área total de 18% da superfície estadual. Não apresenta excedente de água durante todo o ano; Clima Semi-árido - domina, de forma quase contínua, todo o interior do estado, onde a oeste se prolonga até o litoral setentrional, perfazendo uma área de 57% da superfície estadual. Apresenta um excedente de água inferior a 40 mm durante os meses de março e abril; Clima Semi-úmido – existente em duas grandes faixas iniciadas no litoral avançando em grandes extensões para o interior; Clima Sub-úmido - localizado, em parte, no litoral oriental e nas áreas serranas do interior do estado; este clima abrange 20% da superfície estadual. Possui um excedente de água que vai de 150 a 450 mm durante os meses de março a junho aproximadamente e; Clima Úmido - localizado no litoral oriental, engloba as estações pluviométricas de Natal, São José de Mipibu e Canguaretama, perfazendo 5% da área estadual. A estação pluviométrica de Natal apresenta um excedente de água de 1040 mm, distribuído de fevereiro a julho, enquanto as estações de Canguaretama e São José de Mipibu têm um excedente de água de 400 mm, distribuído de abril a julho (IDEMA, 2013).

A amplitude térmica anual do estado é baixa, variando apenas 10°C, bem como a insolação solar anual, a qual varia entre 2.400 a 2.700 horas. A proximidade com a Linha do Equador influencia o clima local, devido à ação dos ventos alísios (Ebbesen, 2016).

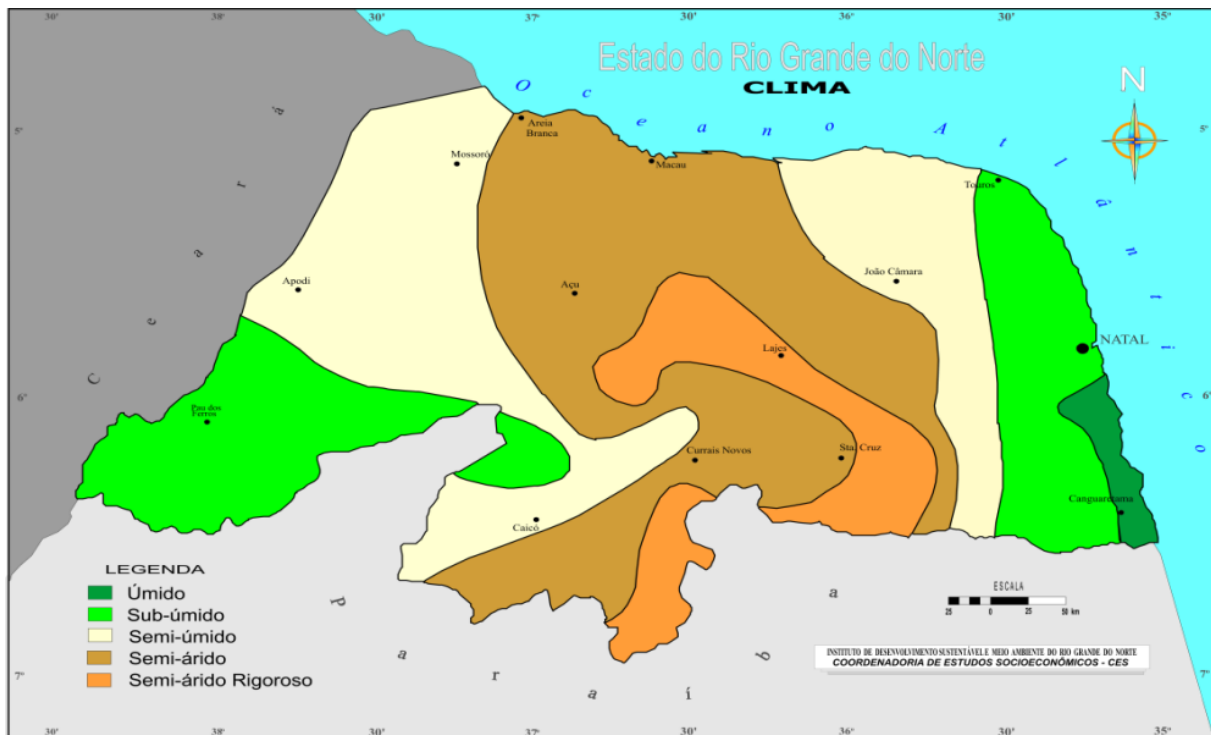


Figura 7 Clima do RN

Fonte: (IDEMA, 2013)

O Litoral Leste do estado se encontra junto aos Sistemas de Brisas e às Ondas de Leste, fornecendo volumes de chuvas significativos, sobretudo no inverno. Essa mesorregião apresenta volume entre 800 e 1.600 mm de chuva ao ano, com chuvas mais intensas entre abril e julho. Os climas árido e semiárido do estado apresentam baixos índices pluviométricos, entre 500 a 800 mm ao ano. As porções de baixíssima pluviosidade abarcam 75% do território e podem chegar a 8 meses sem chuva (Ebbesen, 2016).

#### 4.5 SOLO

O solo é o recurso natural mais utilizado para atender às necessidades de produção de alimentos e dispõe de diversas matéria-prima pela humanidade. Características relacionadas à estrutura física (aeração e disponibilidade hídrica do solo) associada à fertilidade são elementos que caracterizam os solos. A fertilidade dos solos refere-se à capacidade em disponibilizar elementos químicos que promovem o desenvolvimento vegetal e são dependentes da disponibilidade de água no solo (Dantas, 2020).

Predominam no estado do Rio Grande do Norte as classes de solos (figura 8) Argissolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos Háplicos, Chernossolos Rêndzicos, Gleissolos Sálcos, Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Luvisolos Crômicos, Neossolos Flúvicos, Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Regolíticos, Planossolos Háplicos e Planossolos Natríticos (Nascimento et al., 2021).

O uso e ocupação do solo do estado se dá por áreas artificiais (1.162 Km<sup>2</sup>), agrícolas (2.810 Km<sup>2</sup>), pastagens com manejo (2.234 Km<sup>2</sup>), mosaico de ocupações em área florestal (1.349 Km<sup>2</sup>), vegetação florestal (1.691 Km<sup>2</sup>), vegetação campestre (31.424 Km<sup>2</sup>), mosaico de ocupações em área campestre (12.433 Km<sup>2</sup>), corpo d'água continental (444 Km<sup>2</sup>), corpo d'água costeiro (17 Km<sup>2</sup>) e área Descoberta (311 Km<sup>2</sup>) (TerraBrasilis, 2021).

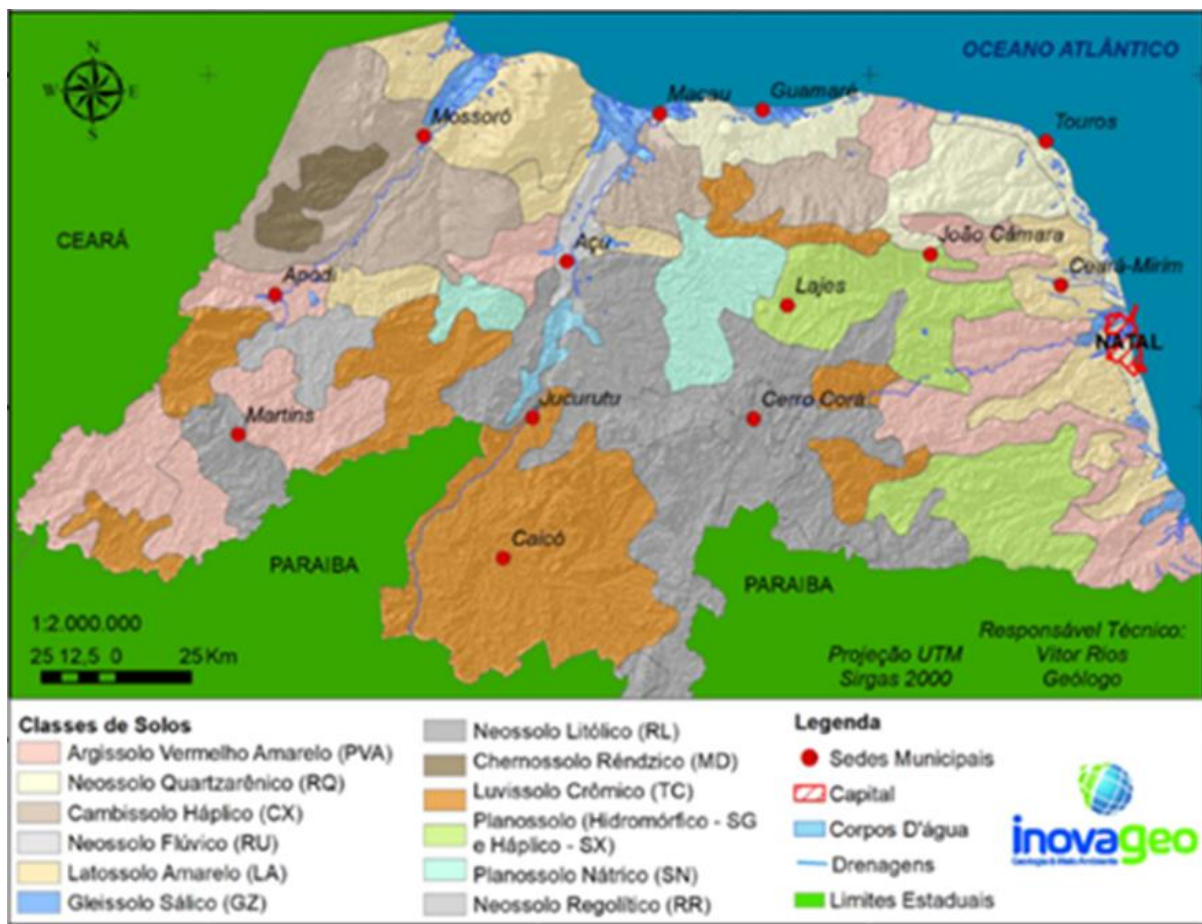


Figura 8 Classes de Solo

Fonte: (Silva et al., 2018)

Finalmente, ressalta-se que o uso e ocupação do solo da Região Nordeste se dá a partir de Mosaico de Vegetação Campestre sobre Vegetação Campestre, fato este que tem relação com o

número de pequenos estabelecimentos rurais presentes em Vegetação Campestre o que tem impulsionado a sua fragmentação para Mosaico de Vegetação Campestre em função da diversificação de cultivos que ocorrem nesta região. Essa conversão de Vegetação Campestre em Mosaico de Vegetação Campestre representou cerca de 63,61% das áreas convertidas e/ou alteradas do estado entre 2000 e 2018. Esta conversão também tem contribuído com o desmatamento nos estados da Paraíba (80,15%), Pernambuco (69,63%) e Ceará (53,76%) (TerraBrasilis, 2021).

## **5. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO RIO GRANDE DO NORTE**

Os resíduos sólidos constituem-se um dos maiores problemas da atualidade. A problemática dos resíduos sólidos urbanos no Estado do Rio Grande do Norte apresenta um quadro preocupante, ocorrendo indiscriminadamente o lançamento dos resíduos a céu aberto, a queima, a presença de vetores e animais, além da existência de catadores (Silva & Silva, 2015).

É notório perceber o quanto os Municípios brasileiros estão enfrentando dificuldades em se adequar à Lei nº 12.305/10, a qual institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sendo que esta Lei estabelece a nível Nacional, Estadual e Municipal, a responsabilidade da gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos seus respectivos territórios (Brasil, 2010).

Reconhecendo as fragilidades que os municípios teriam em cumprir as exigências da PNRS, por saber que esta determina o fim dos lixões com uma gestão dos rejeitos ambientalmente adequada, foi orientado que todos os municípios teriam que elaborar e pôr em prática os seus planos de resíduos sólidos, até 2 de agosto de 2014. Este seria um prazo final para a implantação do descarte de resíduos sólidos em aterros sanitários com também o término dos lixões (BRASIL, 2014). O que se tem observado, é que poucos municípios conseguiram cumprir o que determina a PNRS, o que confirma a ineficiência que os centros urbanos apresentam diante das questões ambientais, principalmente no que diz respeito à gestão de seus resíduos sólidos (Barros & Souza, 2017).

O Estado do Rio Grande do Norte possui pouco mais de três milhões de habitantes distribuídos nos mais de cento e sessenta municípios que o compõem. A maior parte dessa população encontra-se localizada nas proximidades do litoral oriental (com maior concentração na Região Metropolitana de Natal) e em alguns polos regionais como Mossoró, Currais Novos, Assú e Caicó. Contudo, é importante frisar que Natal, Mossoró e Parnamirim possuem praticamente a metade da população do Estado, estando o restante distribuído nos demais municípios. Tal configuração cria um cenário desafiador e estimula a regionalização dos sistemas integrados de limpeza urbana e a adoção de cidades polos para sua manutenção (PEGIRS/RN, 2012).

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos inclui várias ações, como por exemplo, a conclusão dos estudos técnicos para construção dos aterros sanitários do Seridó, Alto Oeste e Vale do Açu; a construção dos aterros sanitários de Caicó e Pau dos Ferros e a elaboração dos Planos Intermunicipais dos cinco Consórcios Regionais de Resíduos Sólidos do Estado, beneficiando todas as



regiões do Estado, à exceção da cidade de Mossoró e da Região Metropolitana de Natal que já são atendidos por aterros (Rio Grande do Norte, 2014).

As primeiras iniciativas de elaboração do Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte (PEGIRS/RN) se manifestaram com o diagnóstico feito pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA) em 2002, sendo que a sua materialização só se deu, de fato, após 10 anos com os Estudos de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Rio Grande do Norte, realizados pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH-RN) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Ministério das Cidades (MCidades) (Araújo, 2022).

As ações estratégicas do plano buscavam o levantamento e verificação de informações, como a análise da manipulação e controle de resíduos no estado, georreferenciamento dos aterros sanitários e lixões, determinação dos tipos e qualidade dos aterros presentes no estado, caracterização dos resíduos gerados ou a composição gravimétrica, levantamento de dados referente a coleta seletiva, avaliação quanto à capacitação dos gestores, criação de um banco de dados apresentando o cenário acerca dos resíduos, concepção de unidades de processamento de resíduos, e as metas e objetivos a serem acalçadas pelo plano estadual (Silva, 2016).

Nos Estudos de Regionalização da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e elaboração do PEGIRS-RN, o estado foi separado em seis regiões que até o momento estão passando por um momento de criação dos consórcios intermunicipais, onde alguns desses já estão em funcionamento, com a finalidade do gerenciamento dos seus resíduos sólidos (W. L. A. da Silva, 2016). De acordo com a figura 9 as regiões são as seguintes: Agreste (38 municípios), Alto Oeste Potiguar (44 municípios), Vale do Açu (25 municípios) e Seridó (24 municípios). Ainda faltam passar pelo processo de criação de consórcios a região Metropolitana de Natal (09 municípios) e a Região do Mato Grande (26 municípios).

A adesão aos consórcios públicos como resolução para o problema da má destinação dos resíduos, dentro das diretrizes do PEGIRS-RN, busca erradicar lixões localizados em áreas que possuem algum tipo de vulnerabilidade e risco ambiental, como por exemplo áreas próximas às nascentes de pequenos corpos de água, nas proximidades de rios, barragens e níveis freáticos e em regiões serranas (Araújo, 2022).

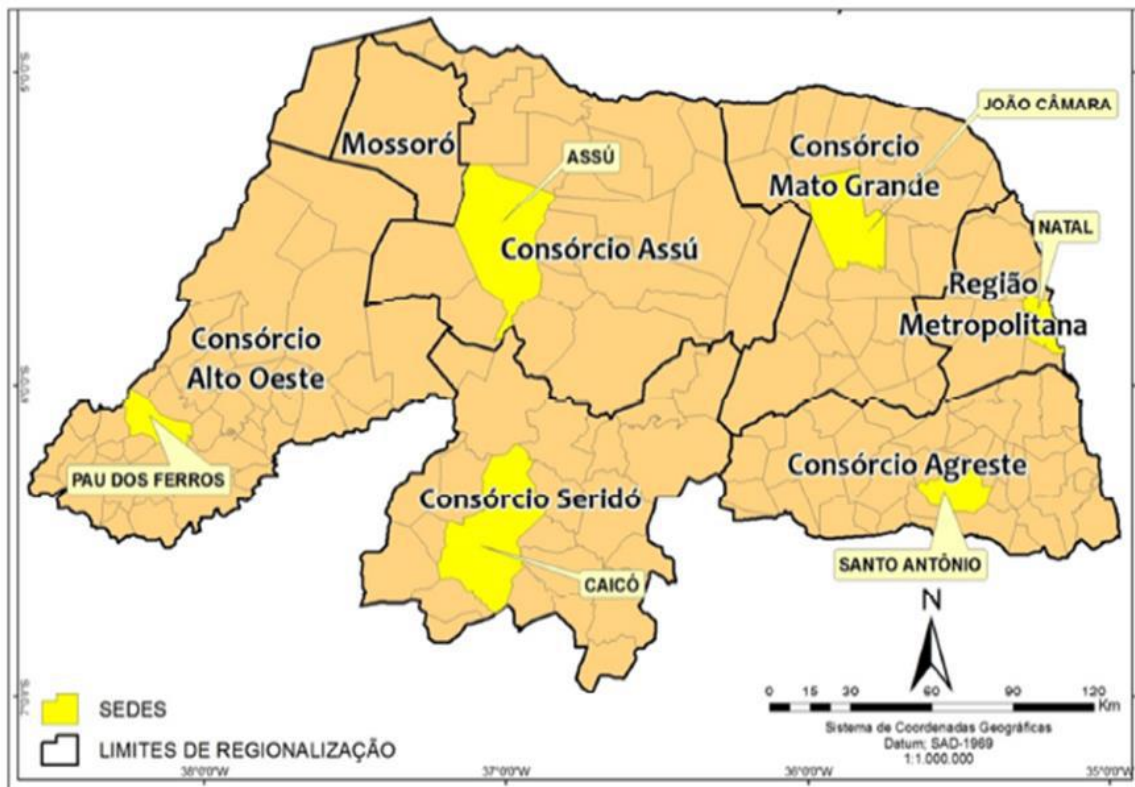


Figura 9 Regionalizações/Consórcios criadas pelo PEGIRS-RN

Fonte: (PEGIRS/RN, 2012)

A política de gestão de resíduos deve atuar de forma não só a garantir a coleta, o tratamento e a disposição, mas principalmente deve estimular a produção de uma menor quantidade de resíduos desde a sua geração. A política ambiental deve ter como prioridade um “*ecological cycle management*”, um sistema circular no qual a quantidade de resíduos reaproveitados seja cada vez maior e a de resíduos gerados cada vez menor (Demajorovic, 1995).

De acordo com o Panorama do estado do Rio Grande do Norte, aponta-se que a quantidade de resíduos sólidos gerados chega a praticamente 1 milhão de toneladas por ano, ou seja, uma quantidade média de 2700 toneladas de resíduos gerados por dia (SEMARH, 2015). Para cada região, têm-se os resultados apresentados na tabela 3:

Tabela 3 Quantidade de Resíduos sólidos gerados por região do Rio Grande do Norte

<b>Colocação</b>	<b>Região</b>	<b>Quantidade de resíduos gerados (ton/ano)</b>
1ª	Metropolitana	430.550,30
2ª	Agreste	153.000,00
3ª	Alto Oeste	100.346,42
4ª	Assú	96.074,59
5ª	Seridó	70.347,82
6ª	Mato Grande	68.906,62
7ª	Mossoró	70.752,31
<b>TOTAL GERADO</b>		<b>989.978,06</b>

Fonte: (SEMARH, 2016)

O Sistema de Limpeza Urbana (SLU) compreende o serviço de coleta; transporte dos resíduos sólidos domiciliares; varrição; coleta e o transporte dos resíduos das atividades resultantes da limpeza; tratamento; destinação dos resíduos; e disposição dos rejeitos, entre outros. Neste sentido, pode-se considerar também a mão de obra envolvida nas atividades contidas no sistema (SEMARH, 2016).

No estado do Rio grande do Norte 70% dos municípios contêm coleta frequente de resíduos, realizadas, de pelo menos três vezes por semana. As empresas de triagem estão presentes em 7% dos municípios, e somente em 9 municípios possuem o processo de coleta seletiva, pesagem dos resíduos coletados e unidade de triagem (Silva, 2016).

O Rio Grande do Norte possui 98,55% de áreas de disposição final caracterizadas como lixões e apenas 1,45% de aterros sanitários (PEGIRS/RN, 2012).

No estado existem unicamente três aterros sanitários, o da cidade de Mossoró, do município de Ceará-Mirim que acolhe a região metropolitana de Natal e agora recentemente o de Potiguar no município de Vera Cruz que está recebendo resíduos de mais de 10 municípios. Os demais municípios do estado gerenciam e alocam seus resíduos de forma inapropriada, contemplando um total de 170 áreas irregulares de acomodação de resíduos em todo o estado do Rio Grande do Norte (Araújo, 2022).

## **6 ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO NO RIO GRANDE DO NORTE – IDH/RN**

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) divulga todos os anos o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O objetivo da elaboração do IDH é oferecer um contraponto a outro indicador, o Produto Interno Bruto (PIB), e parte do pressuposto de que para dimensionar o avanço não se deve considerar apenas a dimensão econômica, mas também outras características sociais, culturais e políticas que influenciam a qualidade da vida humana (SEMARH, 2015).

No IDH estão contidos três sub-índices direcionados às análises educacionais, de renda e de longevidade de uma população. O resultado das análises educacionais é medido por uma combinação da taxa de alfabetização de adultos e a taxa combinada nos três níveis de ensino (fundamental, médio e superior). Já o resultado do sub-índice renda é medido pelo poder de compra da população, baseando no PIB *per capita* ajustado ao custo de vida local para torná-lo comparável entre países e regiões, através da metodologia conhecida como Paridade de Poder de Compra (PPC). E por último, o sub-índice longevidade tenta refletir as contribuições da saúde da população medida pela esperança de vida (SEMARH, 2015).

Segundo o (PNUD, 2013) na análise desse indicador pode-se localizar cada município em cinco esferas: IDHM muito baixo (0 a 0,499), baixo (até 0,599), médio (até 0,699), alto (até 0,799) e muito alto (até 1) – considerando uma escala numérica de 0 a 1.

O IDH do Rio Grande do Norte é de 0,728, ocupando o 14º lugar no ranking nacional. O IDH do Rio Grande do Norte (figura 10), passou de 0,428 - muito baixo, em 1991, para 0,552 – baixo, em 2000, chegando, em 2010, a 0,684 – médio, subindo para 0,750 – alto, em 2020, sofrendo uma ligeira queda em 2021 para 0,728 (IBGE, 2022a).

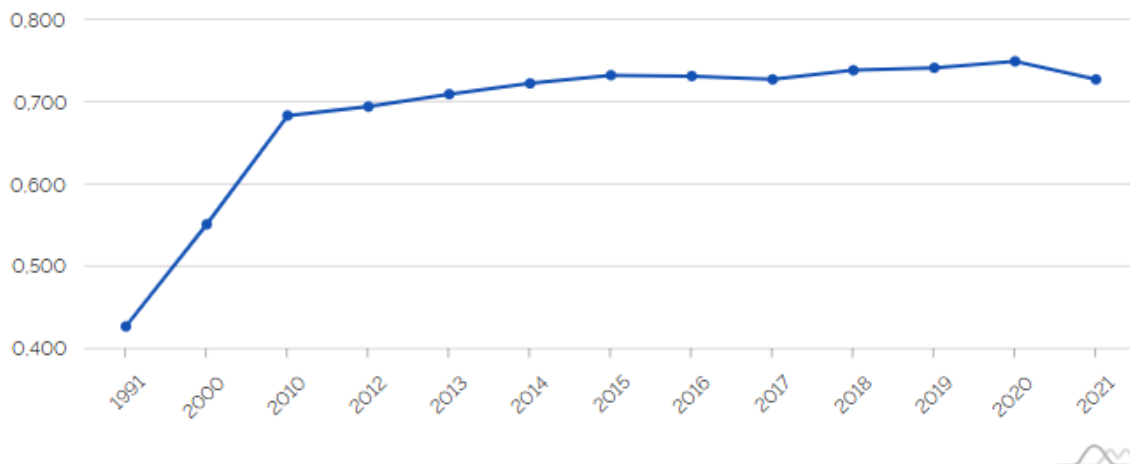


Figura 10 Índice de Desenvolvimento Humano do Rio Grande Do Norte

Fonte: (IBGE, 2022a)

No Rio Grande do Norte, quatro municípios apresentaram o melhor Índice de Desenvolvimento Humano – IDH: Parnamirim (0,766), seguido de Natal (0,763), Mossoró (0,720) e Caicó (0,710) e 70 municípios apresentaram o IDH baixo, sendo aqui citados apenas quatro, são os municípios de João Dias (0,530), seguido de Parazinho (0,549), Ielmo Marinho (0,550) e Lagoa de Pedras (0,553). No estado do Rio Grande do Norte nenhum município apresentou um IDH muito alto (até 1) e nem muito baixo (0 a 0,499) e 93 apresentaram IDH médio (até 0,699).

Na tabela 4 é apresentada a variação do IDH e enquadramento dos municípios do Rio Grande do Norte.

Tabela 4 Variação do IDH e enquadramento dos municípios do Rio Grande do Norte

VARIAÇÃO DO ÍNDICE	DEFINIÇÃO DO IDH	CLASSIFICAÇÃO	Nº DE MUNICÍPIOS
entre 0 e 0,499		muito baixo	0
de 0,500 a 0,599		baixo	70
de 0,600 a 0,699		médio	93
de 0,700 a 0,799		alto	4
acima de 0,800		muito alto	0

Fonte: (PNUD, 2013)

## 6.1 OS QUATRO MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO NORTE COM MAIOR IDH

No Rio Grande do Norte, nenhum município possui um IDH acima de 0,8, com desenvolvimento muito alto. Apenas o município de Parnamirim atinge valores próximos, com um índice de 0,766. Na tabela 5 pode-se observar os quatro municípios com o maior IDH do Rio Grande do Norte.

*Tabela 5 Os quatro Municípios com maior IDH*

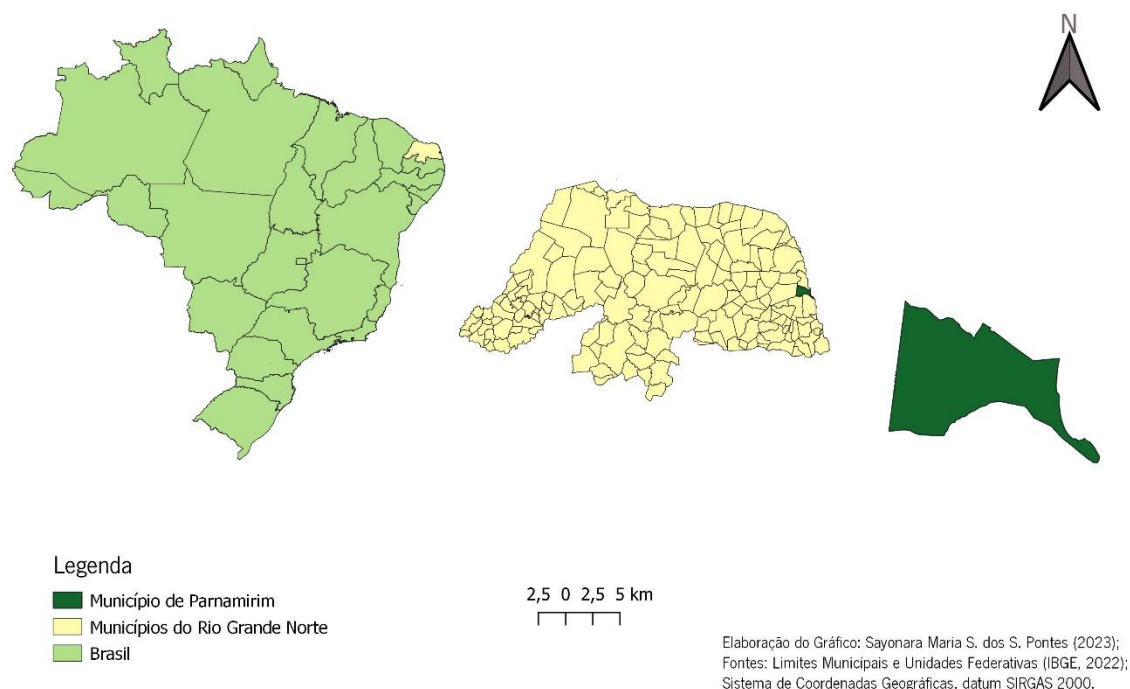
<b>Municípios</b>	<b>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal IDHM</b>
<b>1º Parnamirim</b>	0,766
<b>2º Natal</b>	0,763
<b>3º Mossoró</b>	0,720
<b>4º Caicó</b>	0,710

Fonte: (IBGE, 2022a)

### 6.1.1 PARNAMIRIM

O município de Parnamirim integra a região metropolitana do Estado do Rio Grande do Norte (figura 11), próximo a capital Natal, a cerca de 12 km, e ocupando uma área territorial de 124,006 km<sup>2</sup>. O município possui população de 252.716 habitantes e densidade demográfica de 2.037,93 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022a).

## LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PARNAMIRIM, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

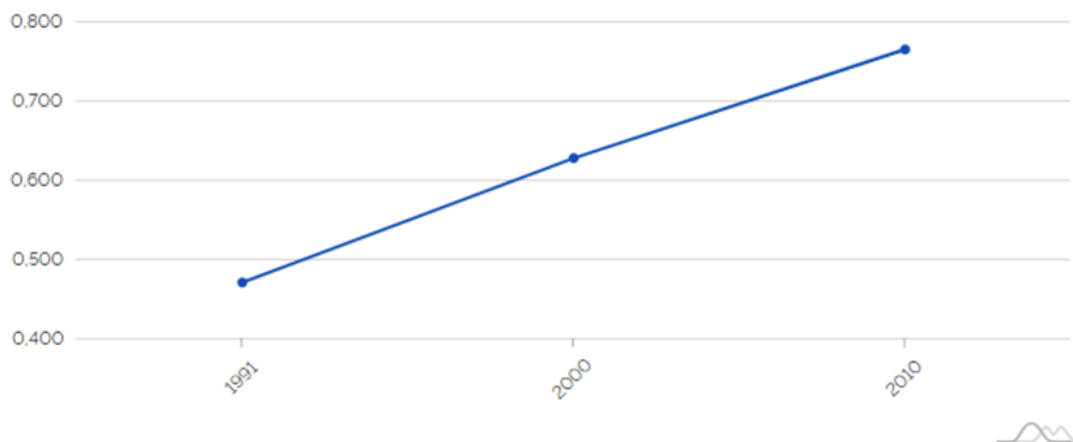


*Figura 11 Mapa da localização do município de Parnamirim*

As condições climáticas de Parnamirim são de natureza tropical. Há muito menos pluviosidade no inverno que no verão. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, as condições climáticas prevalentes nesta região são categorizadas em Aw. Na região de Parnamirim registra-se uma temperatura média de 25.9 °C, e a média anual de pluviosidade é de 907 mm (Climate Data, 2024).

Apresenta 56.5% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 38.4% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 11.5% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (e.g. presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2022a).

O IDHM do município de Parnamirim (figura 12) passou de 0,472 - muito baixo, em 1991, para 0,629 - médio, em 2000, chegando, em 2010, a 0,766 – alto (IBGE, 2022a).



*Figura 12 Evolução do IDH do Município de Parnamirim/RN*

Fonte: (IBGE, 2022a)

O município de Parnamirim, apresentou PIB de 25.121,67 \$ (IBGE, 2022a), o terceiro melhor desempenho no ano considerado, atingindo a R\$ 5,9 bilhões, equivalentes a 8,21% do total do PIB do estado (SEBRAE/RN, 2023).

O município possui 20.763 empresas ativas, dividido em 5 macro setores: Serviços, Comércio, Indústria, Construção Civil e Agropecuária, onde os setores de Serviço e Comércio são os dominadores no Município (PMGIRS, 2022).

O comércio pode ser entendido como um dos agentes responsáveis por transformações no espaço, bem como no lugar onde ocorre, contribuindo para o desenvolvimento das cidades, estabelecendo relações entre o meio rural e o urbano. Essa transformação do espaço gera empregos para a comunidade local, aumenta a demanda daquele setor, e também produz resíduos devido a sua operação (PMGIRS, 2022).

A população do Município de Parnamirim possui características socioeconômicas e culturais de cidades com características de médio porte, produzindo um volume mais homogêneo de resíduos sólidos, de origem variada, sendo em grandes quantidades, os comerciais e/ou domiciliares. Atualmente, a coleta e disposição final dos resíduos sólidos urbanos, domiciliares de limpeza pública e de saúde são realizadas de forma terceirizada, sendo os industriais de responsabilidade de cada empresa (PMGIRS, 2022).

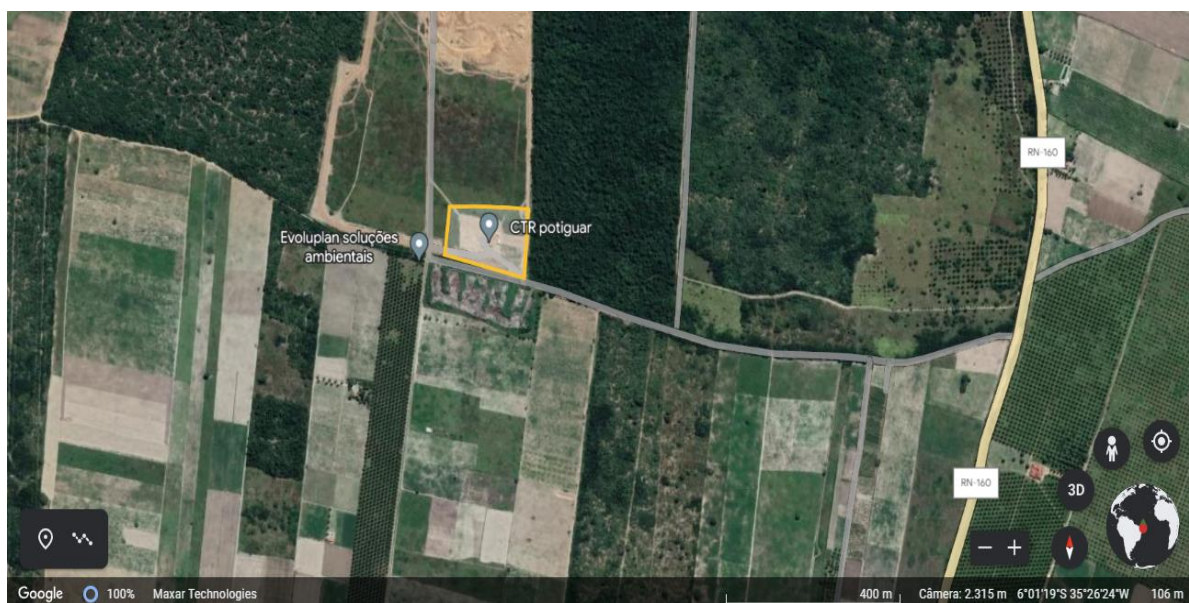


Em Parnamirim, 100% da população total é atendida com coleta de Resíduos Domiciliares. Se considerada a população total do município, Parnamirim coleta, por dia, 0,74 kg de resíduos por habitante, Parnamirim não declarou se pratica coleta seletiva de Resíduos Sólidos (SNIS, 2021).

Neste município são produzidas cerca de 6.537,97 toneladas/mês de RSU, limpeza urbana, e incluindo os Resíduos de Construção Civil (RCC) e Resíduos de Serviço de Saúde (RSS), em que 6.000 toneladas são de resíduos sólidos domiciliares urbanos e rurais (PMGIRS, 2022).

Atualmente não possui nenhum programa de coleta seletiva oficial, não havendo a educação da população, a separação de materiais recicláveis, ou a sua coleta diferenciada nem há acordos com cooperativas de catadores. Sendo assim, para se adequar à Política Nacional de Resíduos Sólidos, é necessário iniciar uma campanha de educação ambiental com a população, além de um incentivo maior em instituições de ensino, estabelecimentos comerciais e órgãos públicos e privados (PMGIRS, 2022).

Parnamirim possui uma estação de transbordo que se localiza entre o limite dos municípios de Parnamirim e Macaíba. O local auxilia que a gestão do transporte do lixo seja mais eficiente e menos custosa, pois os veículos nas rotas, após cheios vão ao local indicado, e enche toda a carreta, que vai em direção ao Aterro Sanitário, localizado em Vera Cruz (figura 13) (PMGIRS, 2022).



*Figura 13 Aterro sanitário de Vera Cruz/RN - CTR Potiguar*

Fonte: (Google Earth, 2023)

A estação de transbordo refere-se à instalação onde se faz o traslado do lixo de um veículo coletor a outro veículo com capacidade de carga maior, tipo carretas e caminhão “roll-on rolloff”. Este segundo veículo, de maior porte, é o que transporta o lixo até o seu destino final. Estas instalações podem resumir-se a uma simples plataforma elevada, dotada de uma rampa de acesso, ou a um edifício sofisticado e de grandes dimensões (Nunes & Silva, 2015).

Embora o município de Parnamirim apresente toda a estrutura para destinação adequada dos RSU, essa prática, não está de acordo com art. 9 da Lei nº 12.305 de 2010, relativa à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em que constam a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem como fatores para a gestão sustentável dos resíduos.

### 6.1.2 NATAL

O município de Natal é a capital do estado do Rio Grande do Norte (figura 14), conhecida por suas paisagens naturais, praias, dunas e lagoas. Além disso, também detém o título de Cidade do Sol e é considerada a cidade que possui um dos mais belos litorais do Brasil. Apresenta uma área territorial de 167,401 Km<sup>2</sup>, possui uma população de 751.300 habitantes, sendo o município mais populoso do Rio Grande do Norte e uma densidade demográfica de 4.488,03 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022a).

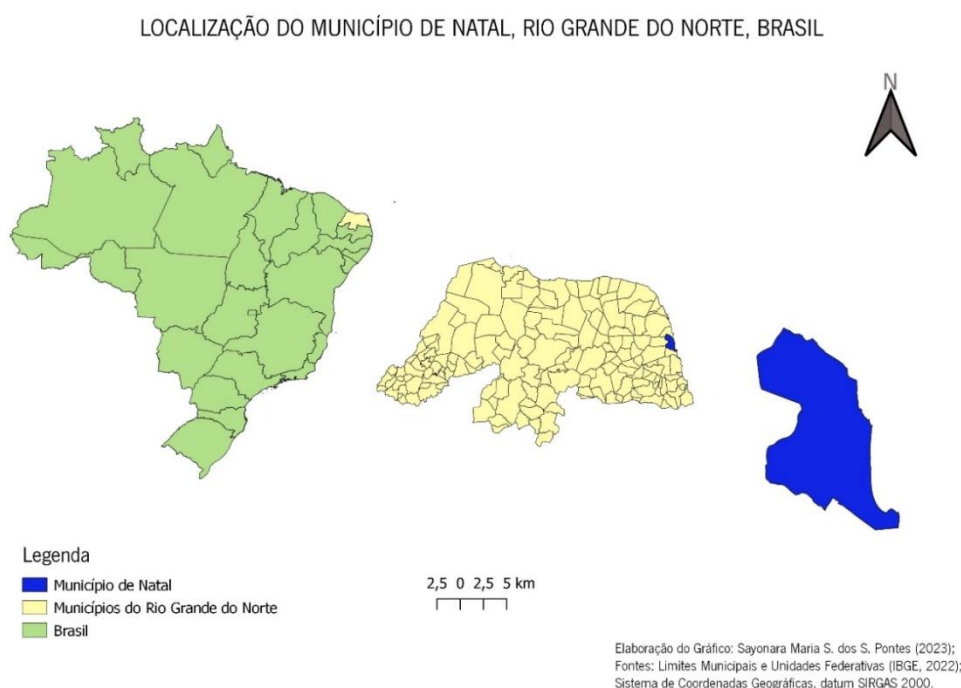


Figura 14 Mapa da Localização do Município de Natal/RN

As condições climáticas de Natal são de natureza tropical. No inverno existe muito menos pluviosidade que no verão. De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como Aw. Na região de Natal registra-se uma temperatura média de 25.9 °C. Cerca de 1225 mm da precipitação ocorre numa base anual (Climate Data, 2024).

Apresenta 61.8% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 44.7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 16.5% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (IBGE, 2022a).

O município de Natal/RN apresenta o segundo maior IDH) do Rio Grande do Norte, com IDHM de 0,763. O IDHM de Natal passou de 0,572 - baixo, em 1991, para 0,664 - médio, em 2000, chegando, em 2010, a 0,763 – alto (Figura 15):

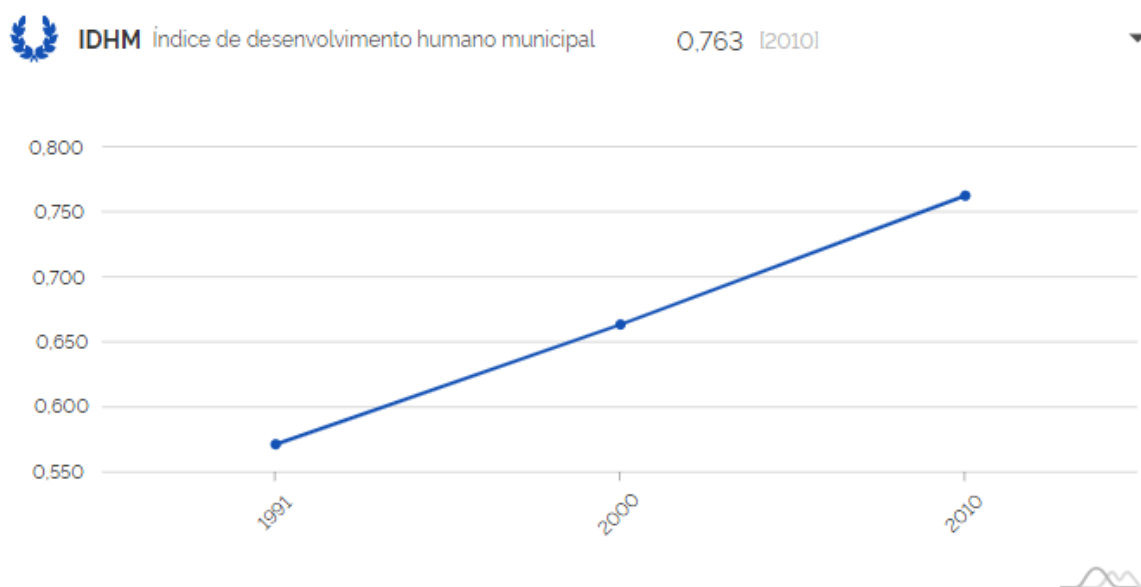


Figura 15 Evolução do IDH do Município de Natal/RN

Fonte: (IBGE, 2022a)

A economia do município está baseada no turismo, agropecuária, construção civil, indústria, e comércio (PERS-RN, 2015). O município de Natal contribuiu com R\$ 22,7 bilhões, o equivalente a 31,76% do PIB estadual, o que significa praticamente um terço da geração de riquezas produzidas no estado (SEBRAE/RN, 2023).

Em Natal, 99,12% da população total é atendida com coleta de Resíduos Domiciliares. Se considerada a população total do município, Natal coleta, por dia, 1,33 kg de resíduos por

habitante, possui coleta seletiva de Resíduos Sólidos, e recupera 0,69% do total de resíduos coletados no município. No estado, a taxa de recuperação é de 0,71% e no país é de 3,36% (SNIS, 2021).

No município de Natal, os resíduos sólidos urbanos são encaminhados para o aterro sanitário metropolitano de Natal - BRASECO (figura 16), empresa privada responsável pelo mesmo, localizado na rodovia BR-406, km 159, Distrito de Massaranduba, Ceará Mirim/Rio Grande do Norte (SEMARH, 2015). Uma das formas de destino final mais adequado, baseado em critérios e normas específicas que envolvem tratamento e monitoramento e que possibilita uma confinção segura. A coleta domiciliar (ou convencional) acontece de forma alternada três vezes na semana, atendendo a toda cidade (Cavalcanti et al., 2011).



*Figura 16 Aterro Sanitário Metropolitano de Natal/RN*

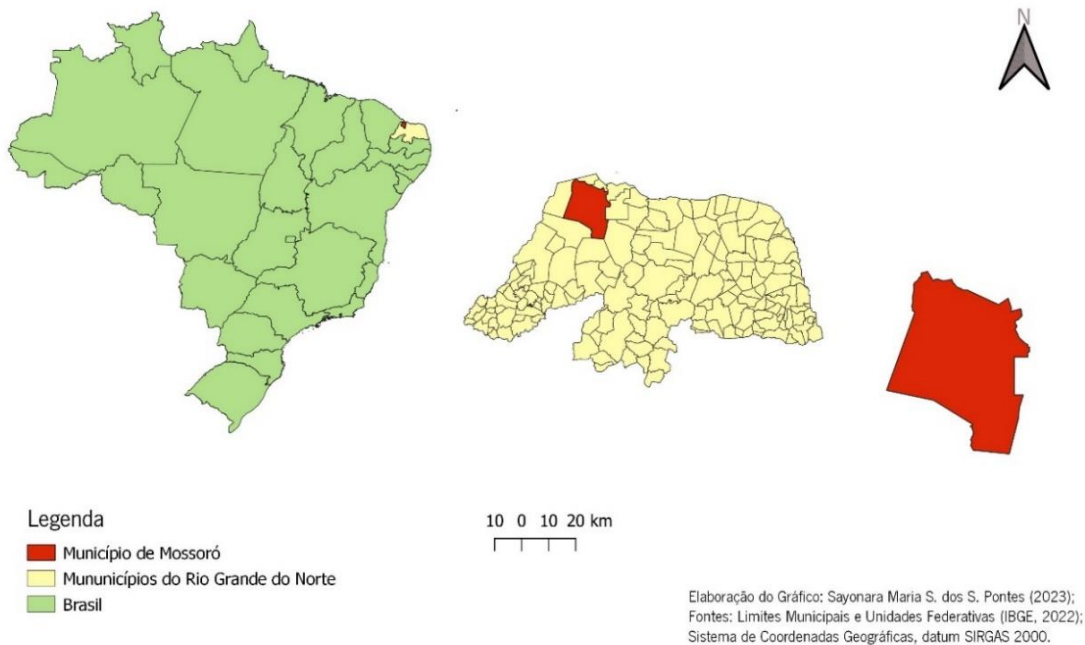
Fonte: (PEGIRS/RN, 2012)

### 6.1.3 MOSSORÓ

O município de Mossoró situado no interior do estado do Rio Grande do Norte, na região Nordeste do Brasil (figura 17), pertence à mesorregião do Oeste Potiguar. A cidade fica entre as capitais Natal-RN (278 km) e Fortaleza-CE (245 km). O município é o maior em extensão do estado com área territorial de 2.099,334 Km<sup>2</sup>, sendo o segundo município mais populoso do Rio Grande do

Norte, com uma população de 264.577 habitantes e uma densidade demográfica de 126,03hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022a).

#### LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL



*Figura 17 Mapa da localização do município de Mossoró*

As condições climáticas da estepe local têm um impacto significativo na Mossoró. Durante todo o ano, a precipitação é escassa em Mossoró. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, as condições climáticas prevalentes nesta região são categorizadas em BSh. Na região de Mossoró regista-se uma temperatura média anual de 27.8 °C, de acordo com os dados disponíveis. Cerca de 555 mm da precipitação ocorre numa base anual (Climate Data, 2024).

A região de Mossoró-RN apresenta 64.6% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 75.5% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 4.5% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (e.g. presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2022a).

Regista o terceiro maior IDH do Rio Grande do Norte, com IDHM de 0,72 (figura 18). O IDHM de Mossoró passou de 0,470 - baixo, em 1991, para 0,596 – ainda baixo, em 2000, chegando, em 2010, a 0,720 – alto (IBGE, 2022a).

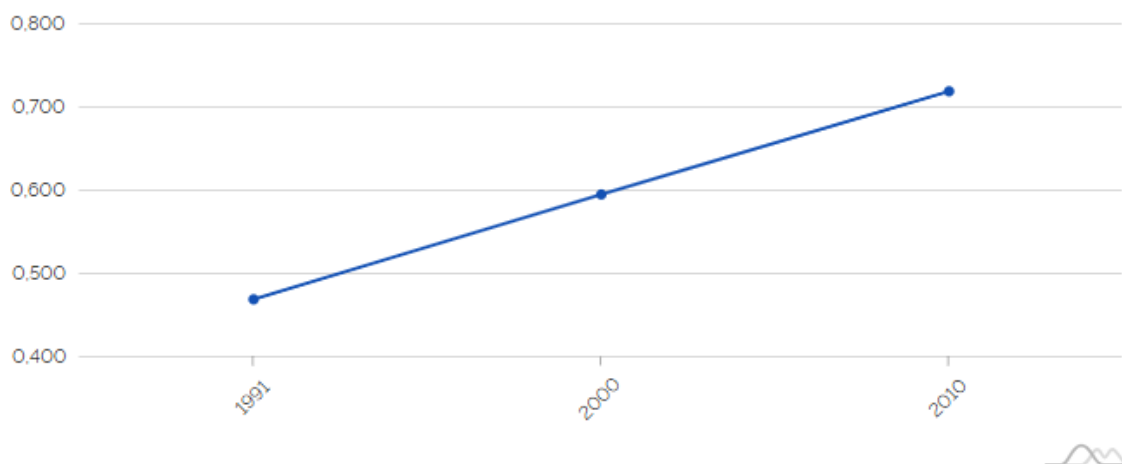


Figura 18 Evolução do IDH do Município de Mossoró/RN

Fonte: (IBGE, 2022a)

Nas últimas décadas, Mossoró vem experimentando um acelerado crescimento econômico, sendo considerado o maior produtor de petróleo “em terra” do país. Destaca-se, também, nas atividades da fruticultura tropical irrigada, bem como, na comercialização do sal marinho. Além de se destacar no turismo de negócios, tem crescido na atividade industrial e no setor imobiliário, atraindo investidores de diversos pontos do país e do mundo (Cavalcanti et al., 2011). Apresenta um PIB *per capita* de 26.972,28 em 2021 (IBGE, 2022a).

Esta situação proporcionou aos seus residentes, um maior poder aquisitivo e, conseqüentemente, uma maior produção de resíduos sólidos, pelo que a produção de resíduos sólidos passou a ser um fenômeno inevitável, originário também pela expansão da população (Barros & Souza, 2017).

No município de Mossoró, 98,75% da população total é atendida com coleta de Resíduos Domiciliares. Se considerada a população total do município, coleta por dia, 1,14 kg de resíduos por habitante, possui coleta seletiva de Resíduos Sólidos, e recupera 0,34% do total de resíduos coletados no município. No estado, a taxa de recuperação é de 0,71% e no país é de 3,36% (SNIS, 2021).

Em Mossoró, a maior parte dos resíduos domiciliares são encaminhados para o aterro sanitário. A coleta domiciliar (ou convencional) acontece de forma alternada três vezes na semana,

atendendo a toda cidade (Cavalcanti et al., 2011). Contudo, resíduos industriais e uma variedade de outros tipos ainda são levados aos lixões clandestinos (Ferreira et al., 2012).

O Aterro Sanitário Municipal de Mossoró-RN localiza-se nas margens da estrada BR 110 e distancia-se aproximadamente 5 km da zona habitacional, portanto está de acordo com a norma, mas ainda assim em algumas épocas do ano, moradores dos bairros mais próximos ao aterro reclamam do mau cheiro proveniente do mesmo (figura 19) (Almeida & Coelho, 2018).



Figura 19 Localização do Aterro Sanitário Municipal de Mossoró

Fonte: (Google Earth, 2023)

#### 6.1.4 CAICÓ

Caicó é um município brasileiro pertencente ao estado do Rio Grande do Norte, sendo a principal cidade da região do Seridó (centro-sul do estado), distante 256 km da capital estadual. O seu território ocupa uma área de 1.228,574 km<sup>2</sup>, o equivalente a 2,33% da superfície estadual, posicionando-o como o quinto município com maior extensão do Rio Grande do Norte (Prefeitura de Caicó, n.d.). Está localizado no interior do estado do Rio Grande do Norte (Figura 20), fazendo parte da zona da Microrregião Seridó Ocidental, e faz limite com os seguintes municípios: Ouro Branco, Jardim do Seridó, São José do Seridó, Cruzeta, Timbaúba dos Batistas, Jucurutu, Florânia, São João do Sabugi, São Fernando e Serra Negra do Norte e com o Estado da Paraíba, contemplando uma área de 1.215 km<sup>2</sup> (Morais, 1999).

Localizada na confluência dos rios Seridó e Barra Nova, na microrregião do Seridó Ocidental, exibe uma altitude média de 151 metros. Sua população estimada em 2021 era de 68.726 habitantes, com uma densidade populacional de 51,04 habitantes por km<sup>2</sup> (IBGE, 2022a).

#### LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CAICÓ, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

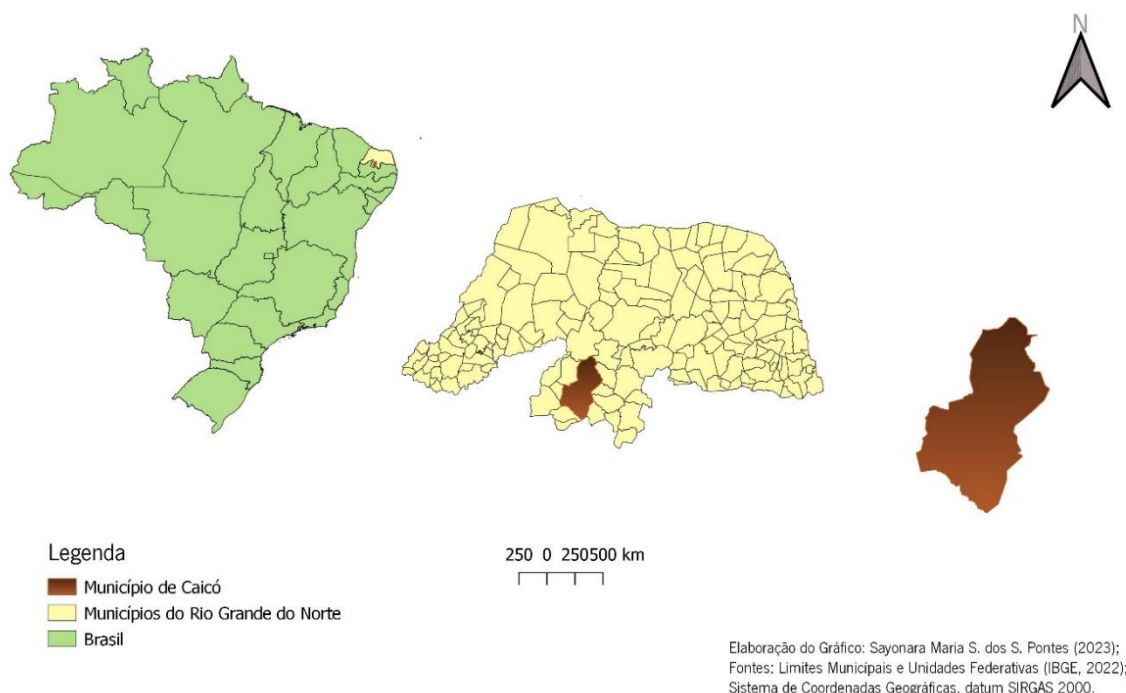


Figura 20 Mapa da localização do município de Caicó

As condições climáticas da estepe local têm um impacto significativo na Caicó. Ao longo de um ano, a precipitação é mínima. A classificação do clima é BSh segundo a Köppen e Geiger. Na região de Caicó registra-se uma temperatura neste local é de aproximadamente 28.0 °C, conforme determinado por análise estatística. Todos os anos, ocorre uma 377 mm aproximada de precipitação (Climate Data, 2024).

Apresenta 76.3% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 93.9% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 1.5% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (IBGE, 2022a).

Conhecido centro pecuarista e algodoeiro, Caicó apresenta o quarto maior IDH, do interior e semi-árido nordestino (Prefeitura de Caicó, n.d.), com IDHM de 0,71. O IDHM de Caicó passou de



0,499 - baixo, em 1991, para 0,613 – médio, em 2000, chegando, em 2010, a 0,710 – alto (figura 21).

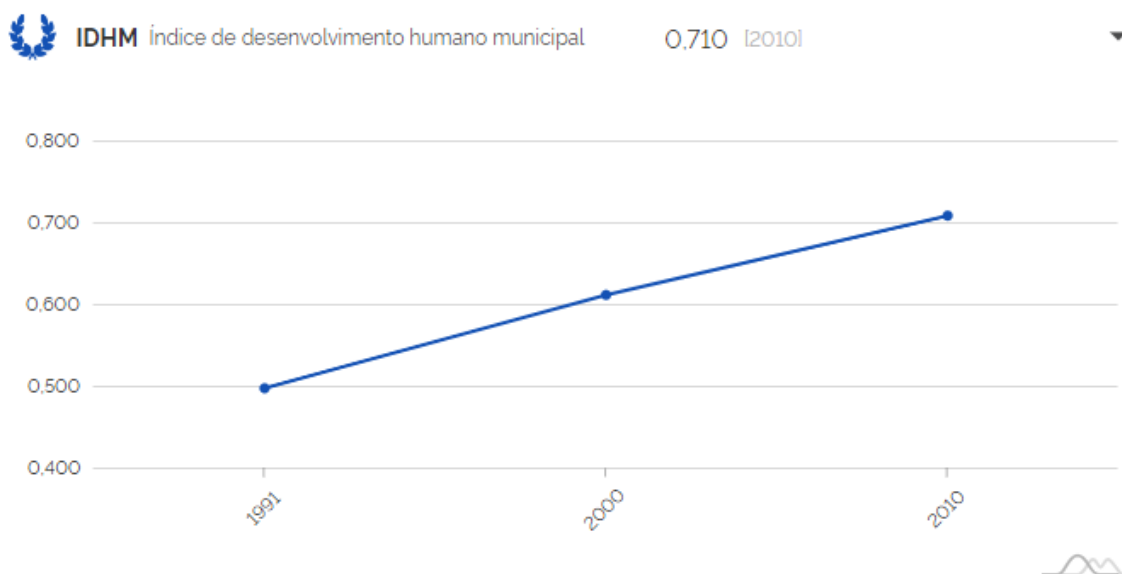


Figura 21 Evolução do IDH do Município de Caicó/RN

Fonte: (IBGE, 2022a)

O setor econômico da cidade é bastante diversificado, são inúmeras as atividades desenvolvidas, desde a agricultura (e.g. batata doce, pimentão, coentro, feijão, alface), a pecuária (e.g. comercialização de animais, vários tipos de carnes, leite e seus derivados) e as atividades comerciais. Essa localidade também conta com os mais variados tipos de serviços públicos (saúde, jurídico, educacional), com atendimento bancário, lojas e restaurantes (Araújo, 2022).

No município de Caicó, 100% da população total é atendida com coleta de Resíduos Domiciliares. Se considerada a população total do município, Caicó coleta, por dia, 0,47 kg de resíduos por habitante. Caicó possui coleta seletiva de Resíduos Sólidos, e recupera 1,09% do total de resíduos coletados no município. No estado, a taxa de recuperação é de 0,71%, e no país é de 3,36% (SNIS, 2021).

O destino dos resíduos coletados na cidade é o lixão, uma área de livre acesso para as empresas, situada a aproximadamente 8 km do centro, distante a 1,43 km da estrada BR 427 que liga os municípios de Caicó e Jardim de Piranha (figura 22). Os responsáveis pela área e pela execução do serviço de limpeza urbana mencionam que a maior produção de resíduos advém das seguintes atividades: supermercados, fábricas, comércio e domicílios, em que os supermercados contribuem

significativamente com um grande volume de embalagens e de alimentos vencidos (Batista Júnior, 2015).

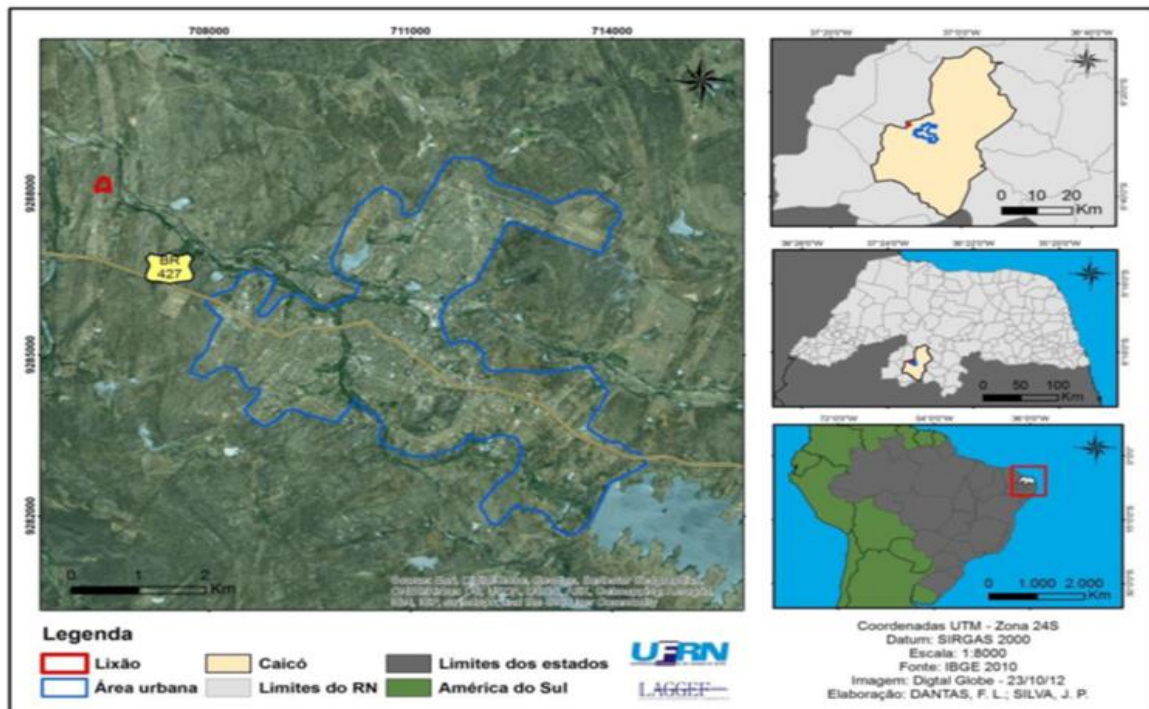


Figura 22 Mapa de Localização do depósito de Resíduos Sólidos de Caicó/RN.

Fonte: (Dantas, 2017)

Cerca de 159.701 kg/dia de resíduos sólido é despejada em um lixão em Caicó, sem qualquer parâmetro ambiental, no local escolhido. Colocado a céu aberto, o lixo chega a gerar pilhas que atingem cerca de 20 metros acima do nível do terreno (figura 23). Esses montantes de lixos servem de alimento e abrigo para animais de grande e pequeno porte, que se proliferam no local (Araújo, 2022).

O despejo inadequado dos resíduos sólidos sobre o solo desprotegido pode gerar vários problemas, pois para além dos sanitários, com a proliferação de vetores de doenças, gera, também, um grave problema social, pois atraem os catadores (indivíduos que tiram sua subsistência da catação de materiais recicláveis do lixo), muitas vezes permanecendo na área do aterro, em abrigos e casebres, criando famílias e até mesmo formando comunidades (Araújo, 2022).

A ineficaz administração dos resíduos sólidos (isto é, o transporte, a destinação, e o armazenamento inadequado dos resíduos) pode gerar diversos impactos ambientais negativos observados no lixão a céu aberto, com seu armazenamento irregular e acúmulo excessivo de resíduos, provocando e alterando a qualidade do solo, das massas hídricas e do ar.



*Figura 23 Lixão de Caicó*

Fonte: (IDEMA, 2022)

## **6.2 OS QUATRO MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO NORTE COM MENOR IDH**

No Rio Grande do Norte, 70 municípios possuem IDH de 0,500 a 0,599, de índice de desenvolvimento baixo. Na tabela 6 pode-se observar os quatro municípios com o menor IDH do Rio Grande do Norte.

*Tabela 6 O Ranque dos Municípios com menor IDH*

<b>Municípios</b>	<b>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal IDH-M</b>
<b>1º João Dias</b>	0,530
<b>2º Parazinho</b>	0,549
<b>3º Ielmo Marinho</b>	0,550
<b>4º Lagoa de Pedras</b>	0,553

Fonte: (IBGE, 2022a)

### 6.2.1 JOÃO DIAS

João Dias é um município brasileiro, distante 366 km da capital estadual, mesorregião do Oeste Potiguar, cujo território ocupa uma área de 88,173 km<sup>2</sup> (figura 24), com uma população de 2.076 pessoas e densidade demográfica de 23,54 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022a).

LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE JOÃO DIAS, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

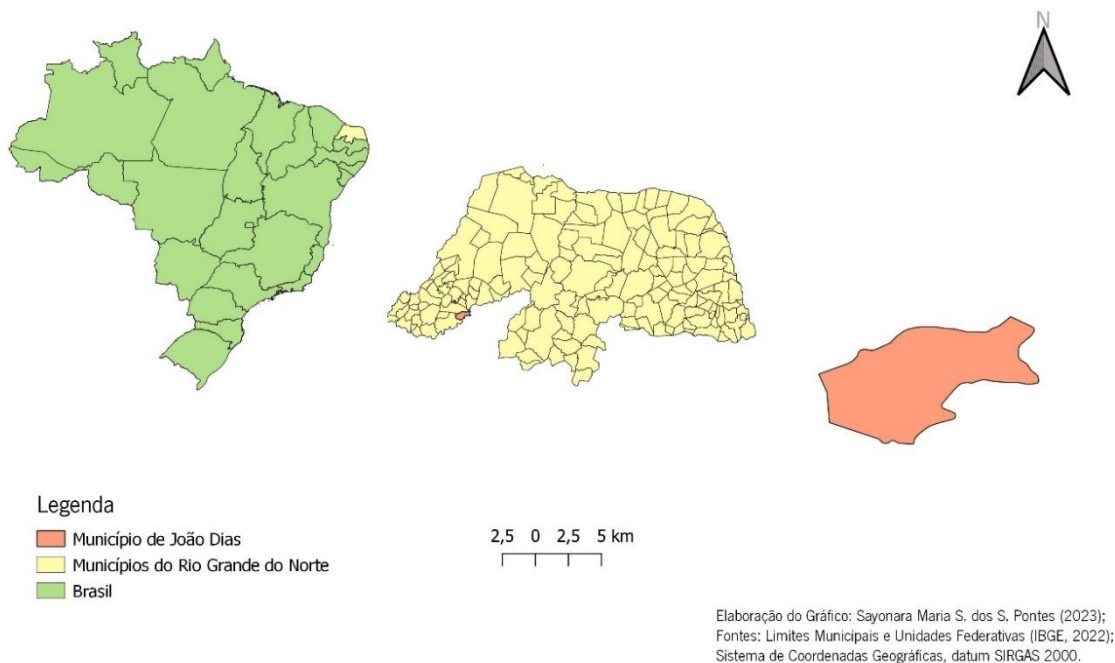


Figura 24 Mapa da localização do município de João Dias/RN

O clima do município de João Dias é clima muito quente e semi-árido, com período chuvoso de fevereiro a junho (IDEMA, 2008c). Ao longo do ano existe pouca pluviosidade. A classificação climática de Köppen-Geiger identifica este padrão meteorológico específico como pertencente à categoria de BSh. Na região de João Dias regista-se uma temperatura média prevalecte é registada como 26.9 °C, de acordo com dados estatísticos. 495 mm é o valor da pluviosidade média anual (Climate Data, 2024).

Apresenta 37.6% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 99.1% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (e.g. presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2022a). No

município de João Dias 22,13% da população é atendida com abastecimento de água, em relação à média de 84,87% do estado e 84,2% do país (SNIS, 2021).

O IDHM do município de João Dias (figura 25) passou de 0,234 - muito baixo, em 1991, a 0,358 – ainda muito baixo, em 2000, chegando, em 2010, a 0,530 – baixo (IBGE, 2022a).

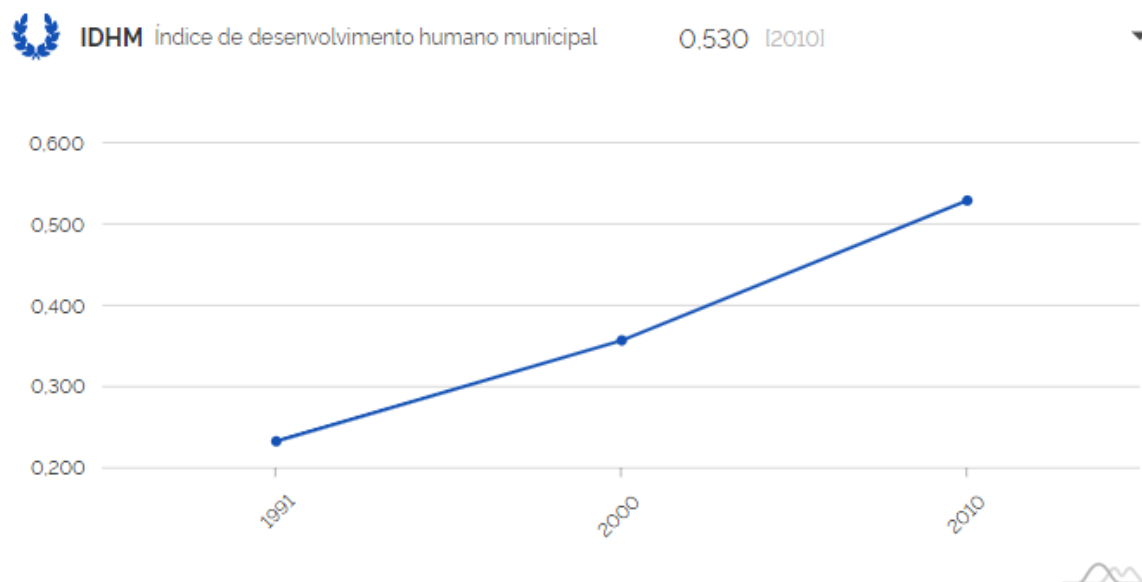


Figura 25 Evolução do IDH do Município de João Dias/RN

Fonte: (IBGE, 2022a)

O setor econômico da cidade é baseado em agropecuária e indústria, apresentando PIB *per capita* de 10.550,88 R\$ (IBGE, 2022a).

No município de João Dias, 44,82% da população total é atendida com coleta de resíduos domiciliares. Se considerada a população total do município, são coletados, por dia, 0,16 kg de resíduos por habitante, não declarou se pratica coleta seletiva de Resíduos Sólidos (SNIS, 2021).

Os resíduos sólidos urbanos gerados são descartados em um lixão, área com disposição inadequada, a céu aberto, com presença de animais e de catadores e sem nenhum controle técnico ou sanitário, distante 1 km em relação ao núcleo urbano e 0,4 km em relação as massas de água, localizado a margem direita da estrada RN – 077, no sentido João Dias a Antônio Martins - João Dias, Sítio Caboclo (SEMARH, 2015).

## 6.2.2 PARAZINHO

Parazinho é um município brasileiro, distante 116 km da capital estadual (figura 26), mesorregião do Mato Grande. O território ocupa uma área de 231,007 km<sup>2</sup>, com uma população de 4.801 pessoas, densidade demográfica de 20,78 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022a).

### LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PARAZINHO, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

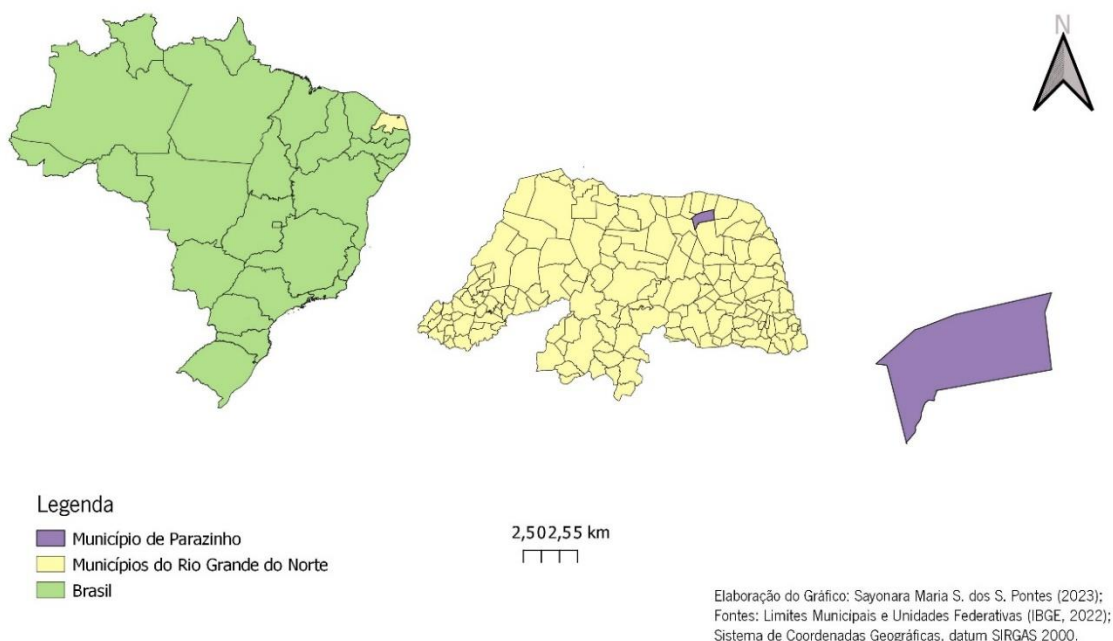


Figura 26 Mapa da localização do município de Parazinho/RN

O clima é muito quente e semiárido, período chuvoso de março a junho. (IDEMA, 2008b). Ao longo do ano existe pouca pluviosidade em João Dias. A classificação climática de Köppen-Geiger identifica este padrão meteorológico específico como pertencente à categoria de BSh. Na região de Parazinho regista-se uma temperatura média prevalecente registada como 26.9 °C, de acordo com dados estatísticos, 495 mm é o valor da pluviosidade média anual (Climate Data, 2024).

Apresenta 44.9% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 95.4% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (e.g. presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2022a). No

município de Parazinho, 77,26% da população é atendida com abastecimento de água, frente a média de 84,87% do estado e 84,2% do país (SNIS, 2021).

O IDHM do município de Parazinho/RN (figura 27) passou de 0,238 - muito baixo, em 1991, 0,385 – ainda muito baixo, em 2000, chegando, em 2010, a 0,549 – baixo (IBGE, 2022a).

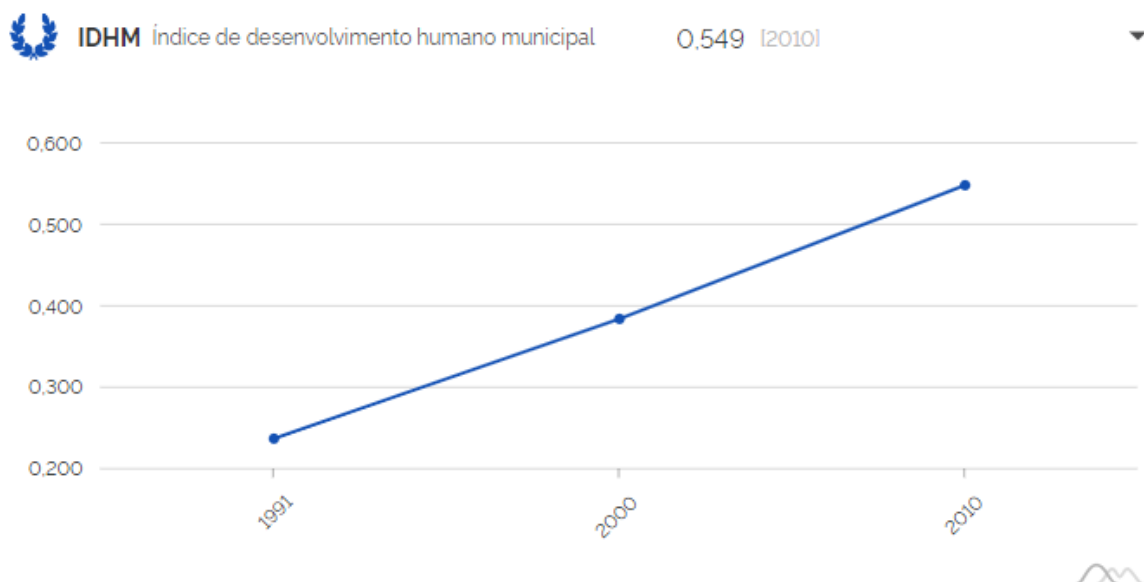


Figura 27 Evolução do IDH do Município de Parazinho/RN

Fonte: (IBGE, 2022a)

O setor econômico da cidade é baseado em agropecuária e indústria, apresentando um PIB *per capita* de 114.234,25 R\$ (IBGE, 2022a).

Cerca de 64,74% da população total é atendida com coleta de resíduos domiciliares. Se considerada a população total do município, Parazinho coleta, por dia, 1,93 kg de resíduos por habitante, não declarou se pratica coleta seletiva de Resíduos Sólidos (SNIS, 2021).

Os resíduos sólidos urbanos gerados são descartados em um lixão, distante 1 km em relação ao núcleo urbano e 0,2 km em relação às massas de água, o lixão de Parazinho está localizado na margem direita da estrada RN – 120, no sentido Parazinho a João Câmara – Parazinho (SEMARH, 2015).

### 6.2.3 IELMO MARINHO

O município de Ielmo Marinho, fica distante 54 km da capital estadual (figura 28), mesorregião metropolitana. Seu território ocupa uma área de 312,028 km<sup>2</sup>, com uma população de 11.615 pessoas, densidade demográfica de 37,22 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022a).

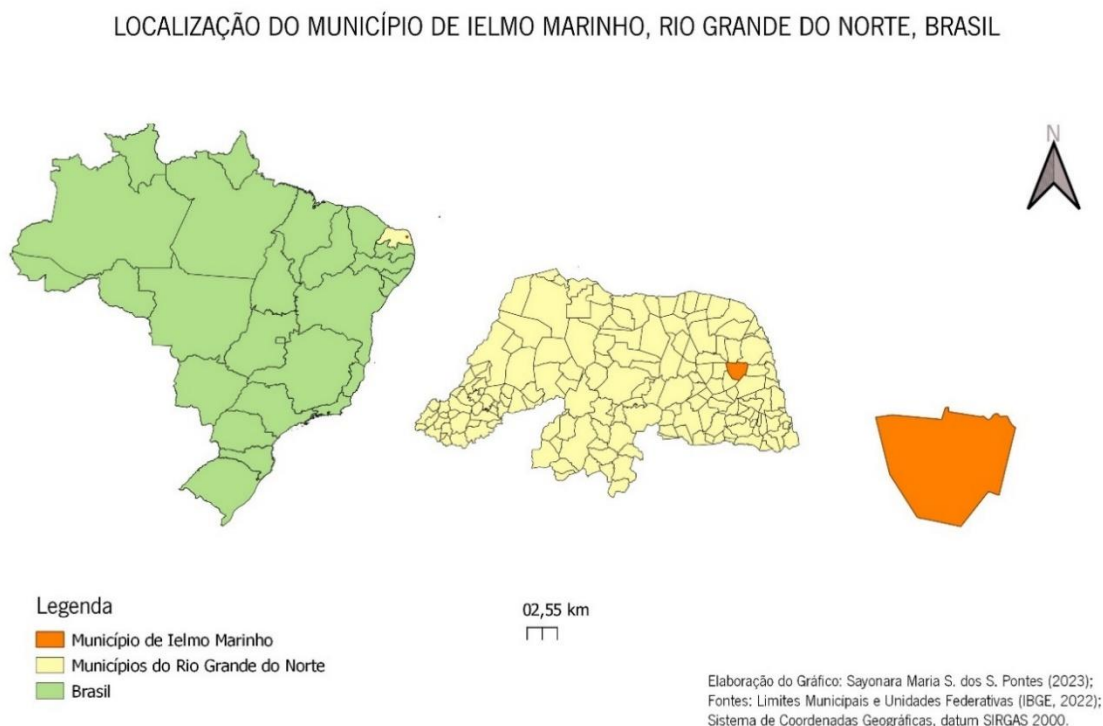


Figura 28 Mapa da localização do município de Ielmo Marinho/RN

As condições atmosféricas que prevalecem nesta região são de natureza tropical. Em Ielmo Marinho, o nível de precipitação durante os Verões ultrapassa o dos Invernos. A classificação do clima é Aw de acordo com a Köppen e Geiger. Na região de Ielmo Marinho regista-se uma temperatura média de 25.9 °C. 712 mm é a pluviosidade média anual. Ielmo Marinho estão no meio do nosso planeta e os Verões não são fáceis de definir (Climate Data, 2024).

Apresenta 18.5% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 74.2% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 1.3% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (e.g. presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2022a).



O IDHM do município de Ielmo Marinho/RN (figura 29) passou de 0,246 - muito baixo, em 1991, 0,381 – ainda muito baixo, em 2000, chegando, em 2010, a 0,550 – baixo (IBGE, 2022a).



Figura 29 Evolução do IDH do Município de Ielmo Marinho/RN

Fonte: (IBGE, 2022a)

O setor econômico da cidade é baseado em agropecuária e indústria, apresentando um PIB *per capita* de 10.027,88 R\$ (IBGE, 2022a). Em 2014 a produção *per capita* de Resíduos Sólidos Urbanos foi 0,70 kg/hab.dia no município de Ielmo Marinho, não declarou se pratica coleta seletiva de Resíduos Sólidos (SEMARH, 2015).

No município de Ielmo Marinho os resíduos sólidos urbanos são encaminhados para o aterro sanitário metropolitano de Natal - BRASECO (figura 30), empresa privada responsável pelo mesmo, localizado na rodovia BR-406, km 159, Distrito de Massaranduba, Ceará Mirim/RN (SEMARH, 2015). A coleta domiciliar (ou convencional) acontece de forma alternada três vezes na semana, atendendo a toda cidade (Cavalcanti et al., 2011).



Figura 30 Aterro metropolitano de natal - BRASECO

Fonte: (BRASECO, 2023)

#### 6.2.4 LAGOA DE PEDRAS

O município de Lagoa de Pedras se estende por 117,971 km<sup>2</sup> (figura 31) e conta com 7.338 habitantes. A densidade demográfica é de 62,20 habitantes por km<sup>2</sup> no território do município, distante da capital de 51 km (IBGE, 2022a).

#### LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE LAGOA DE PEDRAS, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

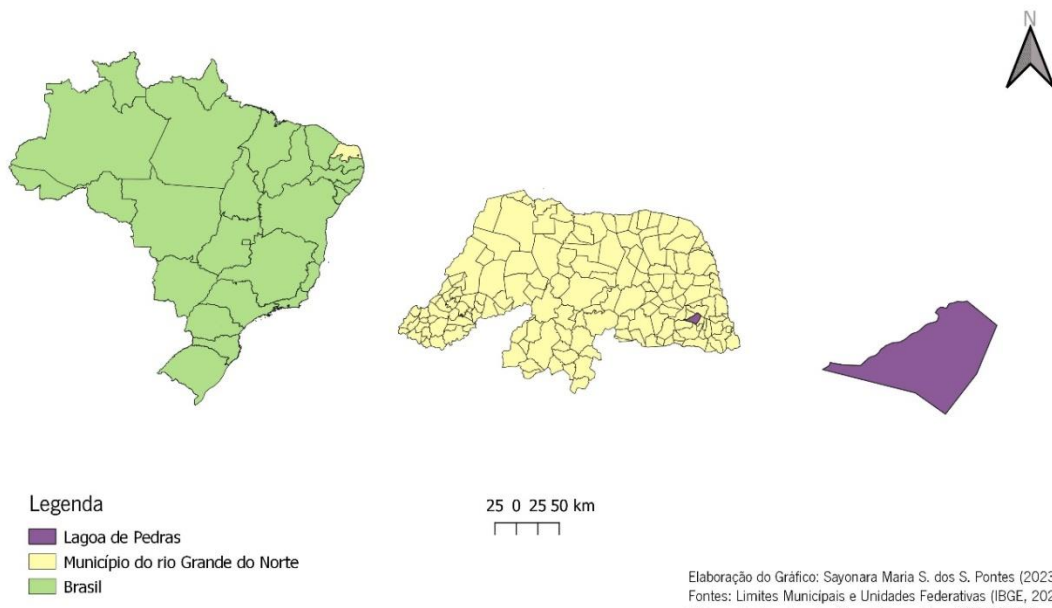


Figura 31 Mapa da localização do município de Lagoa de Pedras/RN

Lagoa de Pedras localizado no agreste potiguar apresenta um clima muito quente e semiárido, (IDEMA, 2008a). A pluviosidade é baixa durante todo o ano. De acordo com a Köppen e Geiger o clima é classificado como BSh. Na região de Lagoa de Pedras regista-se uma temperatura média de 25.8 °C. Todos os anos, ocorre uma 555 mm aproximada de precipitação (Climate Data, 2024).

O município apresenta 9.4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 41.7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (IBGE, 2022a).

O IDHM do município de Lagoa de Pedras/RN (figura 32) passou de 0,236 - muito baixo, em 1991, 0,366 – ainda muito baixo, em 2000, chegando, em 2010, a 0,553 – baixo (IBGE, 2022a).



Figura 32 Evolução do IDH do Município de Lagoa de Pedras/RN

Fonte: (IBGE, 2022a)

O setor econômico da cidade é baseado em agropecuária e indústria, apresentando um PIB *per capita* de 10.674,5 R\$ (IBGE, 2022a).

No município de Lagoa de Pedras, 61,06% da população total é atendida com coleta de Resíduos Domiciliares, a taxa de cobertura da população urbana, é de 100%, frente à população rural, de 42,73%. Se considerada a população total do município, é coletada, por dia, 0,42 kg de resíduos por habitante não declarou se pratica coleta seletiva de Resíduos Sólidos. No município, 61,96% da população é atendida com abastecimento de água, frente a média de 84,87% do estado e 84,2% do país (SNIS, 2021).

Os resíduos sólidos urbanos gerados são descartados em um lixão, área com disposição inadequada, a céu aberto, com presença de animais e de catadores e sem nenhum controle técnico ou sanitário, distante 3 km em relação ao núcleo urbano, o lixão de Lagoa de Pedras está localizado entre Lagoa Grande e Lagoa de Pedras (SEMARH, 2015).

### **6.3. RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E O ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO**

Sabe-se que os resíduos gerados por uma população revelam o nível de riqueza do lugar e refletem na capacidade econômica para o consumo, revelando os valores e hábitos de vida da população.

O PNUD, através do Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, elenca os fatores que influenciam o IDH-M, estando a saúde dentre tais fatores (Arcila, 2008). É importante destacar que investimentos no setor de saneamento têm efeito direto na redução dos gastos públicos com serviços de saúde, como indicado pela Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, em que para cada R\$ 1,00 investido no setor de saneamento, economiza-se até R\$ 5,00 na área de medicina curativa (Funasa, 2007).

Uma análise detalhada das diferentes tipologias de resíduos sólidos gerados nos municípios, especificamente nas áreas urbanas, se encaminha para a identificação de vários acontecimentos relacionados ao aumento da geração de resíduos sólidos urbanos, podendo ser destacado:

- Crescimento das populações urbanas pelo contínuo êxodo da população rural;
- Crescimento da geração de resíduos produzidos diariamente pelos habitantes das áreas urbanas;
- Aumento da cultura dos descartáveis;
- Distanciamento cada vez maior dos centros urbanos aos locais de tratamento e/ou disposição final;
- Aumento dos custos operacionais dos equipamentos e mão de obra para a coleta, transporte, transbordo, tratamento e disposição final dos resíduos;

- Falta de novas tecnologias licenciadas no país, tendo em vista a recuperação energética presente nos resíduos sólidos;
- Reduzida participação da população na coleta seletiva de materiais recicláveis;
- Falta de recursos financeiros provenientes de taxas e tarifas tendo em vista a sustentabilidade dos sistemas de limpeza urbana;
- Persiste na população a ideia de que a responsabilidade de “pagar a conta do lixo” é da Prefeitura;
- Falta de programa efetivo e bem detalhado de Educação Ambiental voltado para os resíduos sólidos;
- Inexistência de conhecimento técnico, financeiro e gerencial de programas de compostagem, verme-compostagem, bioenergia, entre outros.

Além disso, os principais problemas enfrentados devido a uma má gestão de resíduos sólidos urbanos são:

- **Poluição Hídrica:** a introdução de qualquer resíduo que altere as propriedades físico-químicas de uma determinada massa de água. Os principais causadores são os efluentes industriais (e.g. produtos químicos, elementos potencialmente tóxicos), agrícolas (e.g. fertilizantes e outros tipos de agrotóxico), o esgoto doméstico e o chorume oriundo da decomposição de resíduos.
- **Poluição Visual:** os resíduos descartados em locais inadequados, como lixões a céu aberto, vias públicas, matagais ou em encostas são responsáveis pela degradação das cidades.
- **Contaminação do Solo:** Consiste em qualquer mudança na natureza ou na composição do solo, decorrente do contato com produtos químicos e resíduos. É perigoso pois pode tornar o solo infértil, além de gerar riscos para a saúde humana, de animais e plantas.
- **Alagamentos e Inundações no dia de chuva:** As empresas que não realizam a gestão adequada dos resíduos podem descartá-los incorretamente, provocando o entupimento das galerias de águas pluviais, que servem para escoar a água da chuva até córregos e riachos. Uma vez obstruídas impedem a passagem da água, provocando alagamentos e inundações.

- Diminuição da Vida Útil do Aterro Sanitário: Quando resíduos que poderiam ser reciclados ou reutilizados em outros processos são destinados a aterros sanitários, esses encurtam a sua vida útil, por aumentar o volume de resíduos recebidos.

- Proliferação de endemias: O acúmulo de resíduo descartado de forma irregular pode gerar a proliferação de pragas e vetores de endemias e colocar em risco a saúde pública (PMGIRS, 2022).

O crescimento econômico de uma sociedade, de forma isolada, não se traduz automaticamente em qualidade de vida e, muitas vezes, o que se observa é um reforço das desigualdades. É preciso que este crescimento seja entendido como parte do processo de expansão do desenvolvimento e transformado em conquistas concretas para as pessoas: crianças mais saudáveis, educação universal e de qualidade, ampliação da participação política dos cidadãos, preservação ambiental, equilíbrio da renda e oportunidades para todas as pessoas, maior liberdade de expressão, entre outras (Atlas Brasil, 2015).

## 7. RESULTADOS

Existe uma relação direta entre a produção de resíduos e a economia de um país, de forma que quanto maior a renda, maior é o consumo e, geralmente, maior é a produção de resíduos. Essa característica transforma os resíduos sólidos em importantes indicadores socioeconômicos, tanto pela quantidade de geração quanto pela sua caracterização (Maroneze et al., 2014).

O IDH é um índice importante para demonstrar algumas situações socioeconômicas, seja pelo acesso a serviços básicos, como educação e saúde, ou por carência desses serviços, riquezas e ótimas condições de vida em algumas áreas e situações humanitárias intoleráveis. Ao analisar um município de IDH baixo, podem revelar indicadores negativos como falta de saneamento básico, mortalidade infantil alta, baixo poder de compra, taxas de analfabetismo elevada, em que o índice já traz essas informações introduzidas em seus cálculos.

O IDH apresenta objetivos específicos, foi criado com o intuito de analisar uma dada situação social e em áreas específicas. Entretanto, considerar que sua análise significa níveis precisos de desenvolvimento não será uma análise segura, pois mesmo que falem exclusivamente de desenvolvimento humano, social ou econômico, também é necessário analisar a sustentabilidade ambiental. Conseqüentemente, as desigualdades na apropriação dos recursos e os impactes socioambientais causados e, da mesma maneira, a forma desigual que esses problemas recaem sobre a população, não podem ser ignorados, tais como: o excesso de lixo, as mudanças climáticas ou a escassez de água potável, pois esses problemas afetam ainda mais a população que apresenta menor índice de desenvolvimento.

O estado do Rio Grande do Norte está dividido em 167 municípios no qual foi analisado os quatro municípios com maior e os quatro com menor IDH e sua relação quanto o destino final dos resíduos sólidos urbanos. Através das informações coletadas (tabela 7) pode observa-se que a maioria dos municípios analisados com IDH baixo apresentam destinação final inadequada para os resíduos sólidos urbanos. Contudo, tem-se como exceção o município de Ielmo Marinho que mesmo apresentando um IDH baixo mostra uma forma de destinação adequada. Os municípios com maior IDH, por sua vez, com exceção do município de Caicó que ainda destina seus resíduos sólidos urbanos em lixão, apresentam destinação adequada de seus resíduos.

*Tabela 7 Relação entre os quatro municípios com maior e os quatro com menor IDH com relação a disposição final dos RSU*

<b>Municípios Maior IDH</b>	<b>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)</b>	<b>Local de disposição dos resíduos sólidos urbanos</b>	<b>Municípios Menor IDH</b>	<b>Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)</b>	<b>Local de disposição dos resíduos sólidos urbanos</b>
<b>Parnamirim</b>	0,766	Aterro Sanitário	<b>João Dias</b>	0,530	Lixão
<b>Natal</b>	0,763	Aterro Sanitário	<b>Parazinho</b>	0,549	Lixão
<b>Mossoró</b>	0,720	Aterro Sanitário	<b>Ielmo Marinho</b>	0,550	Aterro Sanitário
<b>Caicó</b>	0,710	Lixão	<b>Lagoa de Pedras</b>	0,553	Lixão

Fonte: (IBGE, 2023)

O município de Ielmo Marinho por estar próximo da capital do estado do Rio Grande do Norte, localizado na região metropolitana, tem a vantagem de destinar seus resíduos no aterro metropolitano de Natal, porém apresenta um IDH baixo. O município de Caicó, por sua vez, apresenta um IDH alto, porém não apresenta semelhante situação. Como referido anteriormente, o IDH por si só não deveria definir o desenvolvimento humano, social, econômico de um local, pois os fatores ambientais, como destinação adequada de seus resíduos, deveriam ser levados em consideração já que se trata de uma situação de saúde pública, onde as pessoas correm o perigo de contaminação por resíduos infectados, proliferação de endemias, pragas e vetores de endemias.

Na análise da produção de resíduos sólidos urbanos dos quatro municípios com maior IDH e dos quatro com menor IDH no Rio Grande do Norte (tabela 8), diante das informações coletadas tem-se que os municípios com maior IDH concentra o maior número de pessoas e são os que geram maior quantidade de resíduos por habitante, com exceção do município de Parazinho que apesar de ter uma população pequena a produção de resíduos por habitante é superior aos de maior IDH.



Tabela 8 Produção de RSU dos quatro municípios com maior e menor IDH

<b>Municípios Maior IDH</b>	<b>Quantidade de RSU gerada por habitante/dia</b>	<b>População no último censo</b>	<b>Municípios Menor IDH</b>	<b>Quantidade de RSU gerada por habitante/dia</b>	<b>População no último censo</b>
<b>Parnamirim</b>	0,74 kg	252.716	<b>João Dias</b>	0,16 kg	2.076
<b>Natal</b>	1,33 kg	751.300	<b>Parazinho</b>	1,93 kg	4.801
<b>Mossoró</b>	1,14 kg	264.577	<b>Ielmo Marinho</b>	0,70 kg	11.615
<b>Caicó</b>	0,47 kg	61.146	<b>Lagoa de Pedras</b>	0,42 kg	7.338

Fonte: (SNIS, 2021) (IBGE, 2023)

Observar-se que os municípios com maior IDH apresentam alguns fatores favoráveis ao aumento da geração *per capita* de resíduos sólidos, como são o aumento do emprego, redução do número de pessoas por domicílio e da composição familiar, maior facilidade na obtenção de crédito para o consumo, estímulo ao consumo pelos veículos de comunicação, uso indiscriminado de produtos descartáveis. Porém esses fatores, mesmo desfavorável ao ambiente, não interferem no resultado alto ou baixo do IDH dos municípios avaliados.

É necessário a realização de um trabalho integrado entre a Prefeitura, Ministério Público, órgãos ambientais e a sociedade civil, na busca de realizar um projeto de educação ambiental e social com a população. A aplicação dos princípios da logística reversa e da responsabilidade compartilhada, instituída pela Lei 12.305/2010, indicam fatores que possibilitam a redução da geração de resíduos sólidos, como a implantação de instrumentos econômicos para a indústria, para o município e para o cidadão, incentivo para a implantação da compostagem, aplicação dos princípios e programas de educação ambiental em escolas, campanhas de mobilização da sociedade para o consumo consciente, cobrança pelos serviços de coleta de forma proporcional aos resíduos gerados, uso de produtos com embalagens retornáveis, entre outros.

## **8. CONCLUSÕES**

Mais de dez anos após a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, considerada um marco na legislação ambiental brasileira, as melhorias previstas pela lei ainda não foram colocadas em prática. A Política Nacional de Resíduos, sancionada em 2010, visava zerar os lixões até 2014, mas as metas para que os municípios investissem em aterros sanitários são continuamente descumpridas e prorrogadas. Os lixões, além de representar um risco para a saúde humana, são também responsáveis pela contaminação da água e do solo através da liberação de chorume e gases tóxicos, entre outros.

Através dos dados levantados, é possível observar o cenário geral em que se encontra a gestão dos resíduos sólidos urbanos nos municípios de IDH mais baixo no Estado do Rio Grande do Norte, tendo como tipo predominante de descarte através dos lixões, como forma de disposição final para os resíduos, que pela norma, deveriam ter sido extintos em 2014.

É verificado que os altos valores de IDH não estão correlacionados aos impactos gerados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos, uma vez que estes descartam seus resíduos de forma adequada em aterros sanitários certificados. Porém, os municípios com maior IDH não devem ser considerados como modelo de desenvolvimento humano porque os altos valores de IDH não poderiam ser replicados por outros municípios sem uma melhoria na redução da produção de resíduos com geração de um consumo consciente, já que existe uma ligação diretamente proporcional onde quem consome mais, apresenta maior renda, conseqüentemente maior geração de resíduos.

O desenvolvimento econômico de municípios com baixos valores de IDH e efeitos ecológicos elevados, também não devem ser tratados como modelos para o desenvolvimento humano, porque baixos valores de IDH significam baixos padrões de vida, com a falta de eficiência na saúde, na educação e na distribuição de renda, o que não é o objetivo do desenvolvimento humano.

As políticas de gestão de resíduos devem atuar de forma não só a garantir a coleta, o tratamento e a disposição, mas principalmente deve estimular a produção de uma menor quantidade de resíduos desde a sua geração, considerando que parte dos resíduos gerados ainda possui valor econômico se tratado de maneira adequada, adotar uma nova postura e começar a ver o lixo como uma matéria-prima potencial e gerar um sistema circular no qual a quantidade de resíduos reaproveitados seja maior do que a de resíduos gerados.

Atualmente o principal local de destinação final dos resíduos sólidos urbanos dos municípios do Rio Grande do Norte continuam sendo os lixões, desta forma surge a necessidade da urgência na criação de um projeto no âmbito social para as famílias que dependem e trabalham diretamente com o lixo para sobreviver, onde devem ser levadas em consideração as condições ambientais, sociais, econômicas e culturais, visando criar cooperativas de recicláveis realizando a inclusão da coleta seletiva nos municípios tirando essas pessoas do lixão.

Se a população continuar consumindo de maneira inconsciente e os impactos ambientais forem além dos limites ecológicos, buscar níveis mais altos de desenvolvimento humano seria impossível já que não haverá recursos ambientais para explorar a longo prazo. As influências de gestão de resíduos sólidos de uma população devem ser incorporadas à avaliação do índice de desenvolvimento humano de forma sensata e adequada, para que seja possível definir e julgar quais municípios devem ser tratados como verdadeiros modelos de desenvolvimento humano.

Na sequência dos resultados apresentados neste trabalho é fundamental realçar a necessidade urgente de políticas públicas mais eficientes, dirigidas para os impactos causados pelos resíduos sólidos urbanos, além do comprometimento dos geradores dos municípios em elaborar e colocar em prática planos de contingência para os problemas causados pelo descarte inadequado de resíduos. De referir, ainda, a necessidade de desenvolver programas adequados de educação ambiental, tanto para os responsáveis políticos como para a comunidade em geral, com base nos princípios da reciclagem e economia circular. Neste sentido, sugere-se a realização de estudos posteriores abordando políticas públicas mais eficientes para a solução ou minimização do problema relativo aos resíduos sólidos urbanos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, A. B. de N. T. (1992). *NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos: Procedimento*.
- ABNT, A. B. de N. T. (2004). *NBR 10.004:2004 - Resíduos sólidos: classificação*.
- ABRELPE, A. B. de E. de L. P. e R. E. (2022). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022. In *Abrelpe* (2022nd ed.). Abralpe.
- Almeida, F. F. M. de, Hasui, Y., Neves, B. de B., & Fuck, R. A. (1981). Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, 17(1–2), 1–29.
- Almeida, E. M. S., & Coelho, D. da C. L. (2018). *Uso de sistemas de Informações Geográficas na gestão dos Resíduos sólidos urbanos no Município de Mossoró-RN*. 1–10.
- Araújo, V. D. de. (2022). Diagnostico gestao residuos. In *Univercidade Federal do Rio Grande do Norte* (Vol. 33, Issue 1).
- Arcila, R. I. A. (2008). *Panorama dos residuos solidos urbanos nos Municipios de pequeno porte do Brasil.pdf*. 1–67.
- Assa, J. (2021). Less is more: The implicit sustainability content of the human development index. *Ecological Economics*, 185, 107045.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107045>
- Atlas Brasil. (2015). *Você sabe o que é? Desenvolvimento Humano*.  
<http://www.atlasbrasil.org.br/acervo/atlas#idhm>
- Barros, H. S., & Souza, F. L. (2017). Resíduos Urbanos: Desafios para Implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos No Município de Mossoró-Rn. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 21(2), 188.  
<https://doi.org/10.5902/2236499424438>
- Batista Júnior, M. de M. (2015). Cidade De Caicó-Rn. *Universidade Federal de Campina Grande*.
- Bidone, F. R. A., & Povinelli, J. (1999). *Conceitos básicos de resíduos sólidos*. EESC/USP.
- BRASECO, A. metropolitano de N. (2023). *BRASECO Juntos podemos mudar o mundo*.  
<https://www.braseco.com.br/>
- Brasil. (1995). Agenda 21 - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Conferência Das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992: Rio de Janeiro)*, 585. <http://bd.camara.gov.br/bd/handle/bdcamara/7706>
- Brasil, M. do M. A. (2014). *Política de Resíduos Sólidos apresenta resultados em 4 anos*. MMA.  
<https://www.gov.br/mma/pt-br>
- Brasil, P. da R. (2007). *Lei nº 11.455 saneamento básico*. 20.  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)
- Brasil, P. da R. (2010). *Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010*.  
[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)
- Brito Neves, B. B. de. (1999). América do Sul: quatro fusões, quatro fissões e o processo acrescionário andino. *Revista Brasileira de Geociências*, 29(3), 379–392.

- Cavalcanti, C. R., Souza, F. C. S., & Alves, G. S. (2011). Estudo do Gerenciamento da Coleta Seletiva dos Resíduos Sólidos no Município de Mossoró-RN/. *Holos*, 27(4), 51–64.  
<http://search.proquest.com/docview/1348602997?accountid=142358>
- Cécile, Ricardo, A., Julia Simões, S., & Petitgand. (2013). *Lixo zero - Gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera*.
- Climate Data. (2024). *Clima: Rio Grande do Norte*. Climate Data. <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte-216/>
- CONAMA, C. N. D. M. A. (2002). Resolução CONAMA nº 307. *Diário Oficial Da União*, 2015, 50.  
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>
- CONAMA, C. N. D. M. A. (2005). Resolução CONAMA nº 358. *Diário Oficial Da União*, 614–621.
- CPRM, Ser. G. D. B. (2010). *Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Norte*.
- Dalberto, C. R., Ervilha, G. T., Bohn, L., & Gomes, A. P. (2015). Índice de Desenvolvimento Humano Eficiente: Uma Mensuração Alternativa do Bem-Estar das Nações. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 45(2), 337–363.  
[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6009/1/PPE\\_v45\\_n02\\_Índice\\_de\\_Developim ento\\_Humano.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6009/1/PPE_v45_n02_Índice_de_Developim ento_Humano.pdf)
- Daly, H. (2020). A note in defense of the concept of natural capital. *Ecosystem Services*, 41, 101051.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.101051>
- Dantas, F. L., Diniz, M. T. M., Souza, R. I. A. de, Silva, J. P. da. (2017). *Análise ambiental do depósito de resíduos sólidos localizado na cidade de Caicó/RN*. c, 6970–6977.  
<https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.1891>
- Dantas, J. A. (2020). Análises de Solos: Coleta de amostras, determinações e interpretação de resultados. *EMPARN - Documentos* 50.
- Demajorovic, J. (1995). Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos as novas prioridades. *Revista de Administração de Empresas*, 35, 88–93.
- Diniz, M. T. M., & Oliveira, A. V. L. C. de. (2018). Mapeamento das Unidades de paisagem do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia*, 38(2), 342–364.  
<https://doi.org/10.5216/bgg.v38i2.54613>
- DNOCS, D. N. de O. C. a S. (2015). *Barragem Armando Ribeiro Gonçalves: ficha técnica*. Fortaleza.  
[https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos\\_hidricos/fic\\_tec\\_reservatorio.php?codigo\\_reservatorio=18&descricao\\_reservatorio=Barragem+Armando+Ribeiro+Gon%E7alves](https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_reservatorio=18&descricao_reservatorio=Barragem+Armando+Ribeiro+Gon%E7alves)
- Ebbesen, L. (2016). *Clima do Rio Grande do Norte*. Infoescola.  
<https://www.infoescola.com/geografia/clima-do-rio-grande-do-norte/>
- Ferreira, A. R., Camacho, R. G. V., & Neto, A. Q. A. (2012). Avaliação e diagnóstico ambiental dos resíduos sólidos gerados no município de Mossoró/RN. *GEOTemas*, 2(2), 55–67.
- Fiern, F. das I. do E. do R. G. do N. (n.d.). *Setores Econômicos*. Retrieved June 16, 2023, from <https://www.fiern.org.br/setores-economicos/>
- Foster, A., & Roberto, S. S. (2016). Economia Circular E Resíduos Sólidos: Uma Revisão Sistemática Sobre a Eficiência Ambiental E Econômica. *ENGEMA - Encontro Internacional Sobre Gestão*

*Empresarial e Meio Ambiente*, 1–17.

- Freire, G. J. de M. (2009). *Análise de Municípios Mineiros quanto à Situação de seus Lixões*.
- Funasa, F. N. de S. (2007). *Manejo de Resíduos Sólidos*.  
<http://www.funasa.gov.br/web/guest/manejo-de-residuos-solidos#wrapper>
- FUNASA, F. N. de S. (2004). *Manual de Saneamento* (3rd ed.).
- Google Earth. (2023). *Google Earth localização*. <https://earth.google.com/web/@-5.19716172,-37.31053214,15.28953251a,7237.75016638d,35y,0h,0t,0r>
- Gouveia, N. (2012). Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17, 1503–1510.
- Hickel, J. (2020). The sustainable development index: Measuring the ecological efficiency of human development in the anthropocene. *Ecological Economics*, 167, 106331.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>
- IBGE, I. B. de G. e E. (2022a). *Cidades e Estados - Rio Grande do Norte*.  
<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn.html>
- IBGE, I. B. de G. e E. (2022b). Prévia da população calculada com base nos resultados do Censo Demográfico 2022 até 25 de dezembro de 2022. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*, 2022.
- IBGE, I. B. de G. e E. (2023). *Rio Grande do Norte*.  
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sintese/rn?indicadores=29167,96385,96386,60045,47001,30255>
- IDEMA, I. de D. S. e M. A. (2008a). *Lagoa de Pedras*. 1–22.
- IDEMA, I. de D. S. e M. A. (2008b). *Perfil do Município de Parazinho/RN*. 49, 69–73.
- IDEMA, I. de D. S. e M. A. (2008c). *Perfil do seu Município João Dias* (Vol. 76, Issue 3).
- IDEMA, I. de D. S. e M. A. (2013). *Anuário estatístico 2020*.  
<http://www.idema.rn.gov.br/>
- IDEMA, I. de D. S. e M. A. (2022). *Relatório de vistoria lixão Caicó*. 33(1), 1–12.
- IGARN, I. D. G. D. Á. D. R. G. D. N. (2014). *Sistema hidrográfico do estado, divisão de bacias hidrográficas*.  
<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC000000000029746.HTML>.
- IPT, C. (2000). *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, CEMPRE.
- Leite, N. D., Paiva, B. K. V., Oliveira, M. Z. F. da S., & Santos, G. O. S. (2019). Lixões, Aterros Controlados e Aterros Sanitários: O que Mudou no Brasil Após a da Lei Federal 12.305/2010? *ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 1, 1–10.  
<http://abes.locaweb.com.br/XP/XPasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletosPDF/III-034.pdf>
- Lima, P. P. de. (2002). *Dicionário brasileiro de ciências ambientais*. Thex.
- Lopes, M. G. (2019). *Propostas De Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos Para Municípios Considerados*

*Como “Pequeno Porte.”*

- Maroneze, M. M., Zepka, L. Q., Vieira, J. G., Queiroz, M. I., & Jacob-Lopes, E. (2014). Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Revista Ambiente e Agua*, 9(3), 445–458. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- MMA, M. do M. A. (2012). *Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação*.
- Monteiro, J. H. P. (2001). *Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos* (Vol. 15).
- Morais, I. R. D. (1999). *Desvendando a cidade. Caicó em sua dinâmica espacial*.
- Nascimento, R. L. X., Souza, C. C. de, & Oliveira, M. A. das N. de. (2021). Caderno de caracterização: estado do Rio Grande do Norte. *Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf*, 1–118.
- Natal-RN. (2019). *Hidrografia Do RN*. <https://natalrn.com.br/hidrografia-do-rn/>
- Nunes, R. R., & Silva, R. A. P. da. (2015). Transbordo de resíduos sólidos. *Revista Pensar: Engenharia*, 3(1), 1–18. <http://revistapensar.com.br/engenharia/artigo/no=a151.pdf>
- PEGIRS/RN. (2012). Plano Estadual de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte. *Secretaria Estual de Recursos Hídricos*, 161. <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/doc/DOC000000000020200.PDF>
- PERS-RN, P. E. de R. S. do R. G. do N. (2015). *PERS/RN - Resíduos Domiciliares e Públicos*. 306 a 333. <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/doc/DOC000000000156035.PDF>
- PMGIRS. (2022). *Plano municipal de gerenciamento integrado de resíduos sólidos de Parnamirim/RN*.
- PNUD, P. das N. U. para o D. (2010). A verdadeira riqueza das nações: Vias para o desenvolvimento humano. In *Relatório de Desenvolvimento Humano 2010*.
- PNUD, P. das N. U. para o D. (2013). Relatório do Desenvolvimento Humano 2013. In *Resumo Relatório do Desenvolvimento Humano 2013*. <http://origin-hdr.undp.org/en/media/HDR13 Summary PT WEB.pdf>
- PNUD, P. das N. U. para o D. (2021). *Resumo do desenvolvimento humano que captura as conquistas no IDH e métricas complementares que estimam as diferenças de gênero, desigualdade, pressões planetárias e pobreza*. Relatório de Desenvolvimento Humano. <https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/countries/BRA>
- PNUD, P. das N. U. para o D. (2022). *Desenvolvimento Humano: Relatório de 2021/2022*. 1–44.
- PNUD, P. das N. U. para o D. (2023). *Desenvolvimento Humano e IDH*. United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/pt/brazil/idh>
- Prefeitura de Caicó. (n.d.). *Município de Caicó- História*. Prefeitura de Caicó. Retrieved June 5, 2023, from. <https://www.caico.rn.gov.br/omunicipio.php>
- Presidência da República, C. C. (2010). *Política Nacional de Resíduos Sólidos Lei N° 12.305, 2 de*

agosto de 2010.

<https://www.gov.br/Lei-No-12-305-de-2-de-Agosto-de-2010.Pdf/View>.

- Rio Grande do Norte, R. (2014). Perfil do Rio Grande do Norte. *Governo Do Estado Do Rio Grande Do Norte, 0(4)*, 9-16–16.
- Santos, K. C. D. dos. (2010). *Diagnóstico Sócioambiental da Disposição Final dos Resíduos Sólidos no Distrito de Guajiru - São Gonçalo do Amarante/RN, Resaltando a situação Sócioeconômica dos Catadores*. 1–104.
- SEBRAE/RN, S. de A. às M. e P. E. do R. G. do N. (2023). *Indicadores Economicos do Rio Grande do Norte*.
- SEMARH, S. E. de R. H. (2015). *Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte Produto 2 – Panorama dos Resíduos Sólidos no Estado do Rio Grande do Norte*.
- SEMARH, S. E. de R. H. (2016). *Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Norte. Produto 3: Estudo da Prospecção e Escolha do Cenário de Referência*. 49.
- Silva, E. F. da, Pinheiro, A. M., Souza, C. M. M., Santos, E. P. da S., Morais, F. M. da S., Silva, J. A. da, Santana, J. C. A. de, Rodrigues, L. L. L. da S., Farias, M. de L., Lima, R. B. de, Júnior, S. C. de O., & Sousa, W. K. (2018). Noções de Solo Como Alicerce da. In E. F. da Silva, C. M. M. Souza, G. C. de S. Gurgel, M. T. Gurgel, F. H. T. de Oliveira, & D. F. de Freitas (Eds.), *UFERSA*. UFERSA- (EDUFERSA).
- Silva, L. T. da, & Silva, I. T. M. da. (2015). Plano de gestão integrada de resíduos sólidos do Estado do Rio Grande do Norte. *Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 3*, 229–239.
- Silva, W. L. A. da. (2016). *Consórcio público regional de resíduos sólidos do Seridó/RN: Perspectivas de um novo modelo de gestão*.
- Sinir, S. N. de informação sobre a G. de R. S. (2023). *Resíduos Sólidos Urbanos*. Ministerio do Meio Ambiente.  
<https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-solidos-urbanos/>
- SNIS, S. N. de I. S. S. (2021). *Mapa de Indicadores de Resíduos Sólidos*.  
<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/>
- TerraBrasilis. (2021). *Dados Geográficos de Monitoramento Ambiental*. Instituto de Pesquisas Espaciais.  
<http://terrabilis.dpi.inpe.br/>
- Vertown. (2022). *O que a legislação diz sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos?*  
<https://www.vertown.com/blog/o-que-a-legislacao-diz-sobre-a-gestao-dos-residuos-solidos-urbanos/>
- Zhang, S., & Zhu, D. (2022). Incorporating “relative” ecological impacts into human development evaluation: Planetary Boundaries–adjusted HDI. *Ecological Indicators, 137*, 108786.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108786>