



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS DE CRATEÚS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**ANTONIO LUCAS SANTIAGO CARVALHO**

**ÍNDICE DE SANEAMENTO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA DE  
GESTÃO AMBIENTAL DA ÁREA URBANA DO SERTÃO DE CRATEÚS**

**CRATEÚS - CE**  
**2023**

ANTONIO LUCAS SANTIAGO CARVALHO

ÍNDICE DE SANEAMENTO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA DE GESTÃO  
AMBIENTAL DA ÁREA URBANA DO SERTÃO DE CRATEÚS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária. Área de concentração: Saneamento Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Raimunda Moreira da Franca.

CRATEÚS - CE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C321Í Carvalho, Antonio Lucas Santiago.  
Índice de saneamento ambiental como ferramenta de Gestão Ambiental da área urbana do sertão de Crateús / Antonio Lucas Santiago Carvalho. – 2023.  
42 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Crateús, 2023.  
Orientação: Profa. Dra. Raimunda Moreira da Franca.
1. Avaliação Urbana. 2. Índices. 3. Mapeamento. 4. Qualidade Ambiental. 5. Serviços de Saneamento. I.  
Título.

CDD 628

---

ANTONIO LUCAS SANTIAGO CARVALHO

ÍNDICE DE SANEAMENTO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA DE GESTÃO  
AMBIENTAL DA ÁREA URBANA DO SERTÃO DE CRATEÚS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária. Área de concentração: Saneamento Ambiental.

Aprovada em: 29/11/2023

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raimunda Moreira da Franca(Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Janine Brandão de Farias Mesquita  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Anielle dos Santos Brito  
Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre cuidar de mim.

À minha família, por todo incentivo, pois é sempre mais fácil trilhar um caminho outrora trilhado.

À prof<sup>a</sup> Larissa por ter aceitado orientar meu projeto de graduação I e a prof<sup>a</sup> Raimunda por aceitar dar continuidade no projeto de graduação II. Bem como agradecer a banca por ter aceitado meu convite e pelas contribuições e considerações finais.

A todos os meus amigos que fiz na faculdade, por estarem junto a mim nos momentos difíceis e por tornar a trajetória mais leve, especialmente a Mônica e a todos os outros que permaneceram comigo até o fim.

“Um dia, certamente, terei meus sonhos realizados”

## RESUMO

Nem todas as cidades oferecem os serviços de saneamento básico de forma universal, em especial municípios pequenos ou zonas de vulnerabilidade. O saneamento ambiental deve abranger ações para toda sociedade, para evitar o adoecimento de pessoas e a proteção do meio ambiente. Universalizando o acesso ao abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos e líquidos, a drenagem urbana, controle de vetores e o disciplinamento do uso e ocupação do solo. A construção de um índice relacionado ao saneamento ambiental reflete na promoção de novas informações, gerando uma nova interpretação da realidade urbana, contribuindo para a previsão, elucidação, definição e aplicações de ações públicas de maneira pontual no espaço e tempo da realidade inserida, reduzindo uma grande massa de informações em dados mais simples. A área de estudo é a região do Sertão de Crateús – CE, composta por 13 municípios. O objetivo da pesquisa é avaliar a qualidade ambiental urbana dos municípios da região do Sertão de Crateús, através do Índice de Saneamento Ambiental (ISA), usando os dados dos serviços básicos de saneamento, referentes ao período de 2017 a 2021. Aplicou-se o cálculo do ISA, incluindo os índices de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e de drenagem urbana. Os mapas foram confeccionados através do software livre QGIS (versão 3.10). A conjuntura do saneamento ambiental da área estudada pode ser considerada ruim, de maneira geral, onde a pluralidade dos municípios teve um índice regular, ruim ou péssimo. Por fim, conclui-se que o saneamento ambiental da região do Sertão de Crateús é ruim e não progrediu significativamente de 2017 a 2021, podendo ter estagnado.

**Palavras-chave:** Avaliação Urbana; Índices; Mapeamento; Qualidade Ambiental; Serviços de Saneamento.

## ABSTRACT

Not all cities offer basic sanitation services universally, especially small towns or vulnerable areas. Environmental sanitation must cover actions for the whole of society, to prevent people from becoming ill and to protect the environment. Universal access to drinking water supply, collection and sanitary disposal of solid and liquid waste, urban drainage, vector control and disciplined land use and occupation. The construction of an index related to environmental sanitation reflects the promotion of new information, generating a new interpretation of the urban reality, contributing to the prediction, elucidation, definition and application of public actions in a punctual way in the space and time of the inserted reality, reducing a large mass of information into simpler data. The study area is the region of Sertão de Crateús - CE, which in turn has data gaps on water supply, sewage and urban solid waste, from 1995 to 2021, entered into the National Sanitation Information System (SNIS). The aim of the research is to assess the urban environmental quality of the municipalities in the Sertão de Crateús region using the Environmental Sanitation Index (ISA), using data on basic sanitation services for the period 2017 to 2021. The ISA calculation was applied, including the indices for water supply, sewage disposal, solid waste collection and urban drainage. The maps were created using the free software QGIS (version 3.10). The environmental sanitation situation in the area studied can be considered poor in general, with most of the municipalities having a fair, poor or very poor index. Finally, it can be concluded that environmental sanitation in the Sertão de Crateús region is poor and did not progress significantly from 2017 to 2021, and may have stagnated.

**Keywords:** Environmental quality; Index; Mapping; Sanitation services; Urban evaluation.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1.1</b>	<b><i>Objetivo Geral.....</i></b>	<b>9</b>
<b>1.1.2</b>	<b><i>Objetivos Específicos.....</i></b>	<b>9</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspectos Legais e Institucionais.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>Componentes do Saneamento Básico.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.1</b>	<b><i>Abastecimento de Água.....</i></b>	<b>12</b>
<b>2.2.2</b>	<b><i>Drenagem Urbana.....</i></b>	<b>13</b>
<b>2.2.3.</b>	<b><i>Esgotamento Sanitário .....</i></b>	<b>14</b>
<b>2.2.4.</b>	<b><i>Resíduos Sólidos Urbanos .....</i></b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Índices e Indicadores.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Área de Estudo.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Cálculo do Índice de Saneamento Ambiental.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3</b>	<b>Mapeamento do Índice de Saneamento Ambiental.....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2017.....</b>	<b>23</b>
<b>4.2</b>	<b>Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2018.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3</b>	<b>Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2019.....</b>	<b>27</b>
<b>4.4</b>	<b>Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2020.....</b>	<b>29</b>
<b>4.5</b>	<b>Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2021.....</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>34</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A maior parte da população mundial reside nas cidades, em especial nos grandes centros urbanos. Um agravante fator para a vulnerabilidade da saúde pública e o aumento dos problemas socioambientais. O processo de expansão territorial das cidades nem sempre é acompanhado de infraestrutura adequada à população, carecendo de melhores condições de saneamento, sobretudo da potabilidade da água, sistemas de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos domésticos, drenagem urbana e gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (AYACH et. al, 2012; LIMA, 2013).

O déficit ou a ausência das condições de saneamento é provocado pela falta de investimento em infraestruturas adequadas, alternativas de tratamento, ausência de políticas públicas, adensamento populacional em áreas vulneráveis (OLIVEIRA, 2017).

Nem todas as cidades oferecem os serviços de saneamento básico de forma universal, em especial municípios pequenos ou zonas de vulnerabilidade, mesmo que os serviços de saneamento estejam indissociáveis à promoção da qualidade de vida, proteção do ambiente natural e dos recursos hídricos.

Assim, o saneamento ambiental deve abranger ações para toda sociedade, para evitar o adoecimento de pessoas que vivem com pouca estrutura e a proteção do meio ambiente, com o intuito de universalizar o acesso ao abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos e líquidos, a drenagem urbana, controle ambiental de vetores e o disciplinamento sanitário do uso e ocupação do solo (NUGEM et. al, 2021).

No ano de 2021, 15,8% da população brasileira não contava com acesso à água, ao passo que 44,2% da população do Brasil não tinha coleta de esgoto. Em relação ao esgoto tratado referido à água consumida, no mesmo ano, houve um índice de 51,2% de tratamento. Estatísticas da saúde pública mostram que houve 128.912 internações por doenças de veiculação hídrica e um total de 1.493 de óbitos em 2021.

O Estado do Ceará apresenta 40,3% da sua população sem acesso à água e 69,9% sem coleta de esgoto em 2021, no mesmo ano houve 8.741 internações por doenças de veiculação hídrica e um total de 80 óbitos (ITB, 2021).

A criação de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável é fundamental como referência para tomada de decisões e inserção de sistemas de gestão

ambiental, visto que indicadores ambientais vêm sendo utilizados como instrumentos de monitoramento e diagnóstico da qualidade ambiental, bem como, têm sido utilizados como parâmetro de sustentabilidade. Em virtude disso, o indicador ganha a função de evidenciar o surgimento de grandes problemas ou tendências (PHILIPPI JR et al, 2013).

A construção de um índice relacionado ao saneamento ambiental reflete na promoção de novas informações, gerando uma nova interpretação da realidade urbana, assim visando melhoria da qualidade de vida no que se refere às esferas social e ambiental. Contribuindo para a previsão, elucidação, definição e aplicações de ações públicas de maneira pontual no espaço e tempo da realidade inserida, reduzindo uma grande massa de informações em dados mais simples (BATISTA e SILVA, 2006).

O presente trabalho objetiva avaliar a qualidade ambiental urbana dos municípios da região de planejamento do Sertão de Crateús – CE, através da aplicação do Índice de Saneamento Ambiental (ISA), usando como base os dados dos serviços básicos de saneamento, referentes ao período de 2017 a 2021. Com isso, o intuito do trabalho é qualificar o ambiente urbano dos municípios, fornecendo subsídios ao poder público municipal dos potenciais serviços a serem melhorados.

## **1.1 Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo Geral***

Avaliar e diagnosticar o saneamento ambiental do Sertão de Crateús – CE, utilizando o Índice de Saneamento Ambiental (ISA), tendo como base de dados os indicadores de saneamento do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), referentes aos de 2017 a 2021.

### ***1.1.2 Objetivos Específicos***

- I. Avaliar a qualidade ambiental da zona urbana dos municípios do Sertão de Crateús.
- II. Identificar se o saneamento da região se encontra classificado como excelente, ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo.
- III. Mapear o diagnóstico ambiental da região.

## **1.2 Justificativa**

A área de estudo trata-se de uma região de planejamento, que por sua vez, tem lacunas de dados sobre abastecimento de água e esgotamento sanitário, resíduos sólidos urbanos e drenagem urbana das águas pluviais, nos anos de 1995 a 2021, inseridos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Nesse contexto, a pesquisa tem como justificativa, atrair a atenção para as condições do saneamento básico na zona urbana dos municípios do Sertão de Crateús, e identificar se o saneamento se encontra classificado em excelente, ótimo, bom, regular, ruim ou péssimo, mapear o diagnóstico ambiental e apontar falhas e ausências dos serviços de saneamento.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Aspectos Legais e Institucionais**

É importante que haja conhecimento e compreensão da evolução histórica do setor do saneamento, que sempre esteve atrelado a urbanização, a saúde pública, a atuação e as estratégias dos Estados brasileiros. Para Loureiro (2009), é possível afirmar que a evolução do histórico do saneamento no Brasil é dividida em 5 grandes períodos.

No primeiro período houve a mudança de regime político no Brasil, de uma monarquia para uma república, o Estado transferiu a responsabilidade das políticas de saúde pública para a iniciativa privada. Entretanto, com o insucesso de atingir toda a população, as empresas perderam o interesse na prestação dos serviços de saneamento, causando abandono, aumentando a marginalização e agravando problemas relacionados à saúde (MEDEIROS e RODRIGUES, 2019).

A criação de órgãos públicos para realizar as ações de saneamento caracterizou o segundo período, tendo em consideração que as empresas que antes prestavam os serviços foram estatizadas (LOUREIRO, 2009).

O terceiro período foi marcado pela criação do Banco Nacional de Habitação (BNH), em 1967, e sua extinção em 1986. O BNH tornou-se o principal órgão gestor e executor da Política Nacional de Saneamento, além de executar o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), criado em 1969 para ser um instrumento de política pública com o objetivo de atender 80% da população urbana com abastecimento de água e 50% com esgotamento sanitário (LOUREIRO, 2009; FARIAS, 2011).

O quarto período foi marcado pelo fim do regime militar no Brasil, a redemocratização do Brasil e a nova Constituição Federal de 1988, assim ocorreram

quedas acentuadas nos investimentos no setor, obrigando o governo federal a optar por soluções através da criação de programas e o debate da criação de um marco regulatório (MEDEIROS e RODRIGUES, 2019).

O quinto período iniciou-se em 2007 quando foi sancionada a Lei federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007, conhecida como o marco do saneamento. Em 2020, a Lei nº 11.445 foi alterada pela Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020, ficando conhecida como o novo marco do saneamento. Existem outras legislações brasileiras que tratam sobre a temática do saneamento, e nesse aspecto o Quadro 1 mostra uma síntese de algumas delas.

Quadro 01 – Legislações federais no âmbito do saneamento.

<b>Legislação</b>	<b>Comentários</b>
<b>Constituição da República Federativa do Brasil de 1988</b>	Institui diretrizes para o desenvolvimento urbano, incluindo habitação, saneamento básico e transportes urbanos. Orienta que todos têm direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado.
<b>Lei nº 9.433 de 1997</b>	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Define a água como um bem de domínio público, limitado e dotado de valor econômico. Sendo seu uso prioritário, em épocas de escassez, o consumo humano e dessedentação animal.
<b>Lei nº 10.257 de 2001</b>	Segundo o Estatuto das Cidades, o direito às cidades sustentáveis é entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental (...)
<b>Lei nº 11.445 de 2007</b>	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico.
<b>Lei nº 12.305 de 2010</b>	Esta Lei instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento dos resíduos sólidos (...)
<b>Lei nº 14.026 de 2020</b>	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a lei nº 9.984, de 17 de junho de 2000, e define novas atribuições para as competências da prestação dos serviços de saneamento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

## 2.2 Componentes do Saneamento Básico

Os principais componentes dos serviços de saneamento são apresentados na Lei nº 14.026, de 2020, como conjuntos de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2020). A Figura 01 mostra uma síntese dos eixos temáticos do saneamento.

Figura 01 – Eixos temáticos do saneamento básico.



Fonte: Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2020)

### 2.2.1 Abastecimento de Água

A água desempenha um papel insubstituível na sobrevivência e desenvolvimento da sociedade humana, porém, sua disponibilidade é escassa em algumas regiões do globo. Os sistemas de abastecimento de água devem ser capazes de fornecer água em qualidade e quantidade, e proporcionar acesso a todos seus usuários inseridos na sociedade. De forma a garantir a preservação dos mananciais para as presentes e futuras gerações. O abastecimento de água deve ser assimilado como uma ferramenta de proteção da saúde humana, para evitar impactos na saúde (HELLER e PÁDUA, 2010).

A Lei nº 14.026 de 2020 define o abastecimento de água potável como aquele constituído por atividades, disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias para o abastecimento público de água potável.

Compreende as unidades componentes desde a captação até as ligações prediais e instrumentos de medição (BRASIL, 2020).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2019, 85,5% dos domicílios brasileiros têm a rede geral de abastecimento de água como a principal fonte de abastecimento. E de acordo com o Instituto Trata Brasil (ITB), entre os anos de 2008 e 2017, houve um crescimento de 93,4% para 94,9% dos municípios que abasteciam sua população com água tratada. Na região Nordeste, o abastecimento acontece para 74,7% da população, enquanto o Estado do Ceará conta com 100% dos municípios com rede de distribuição de água.

A universalização e a expansão do serviço de abastecimento de água ainda é um grande desafio para os gestores no Brasil, com isso, é preciso adequar as redes de abastecimento às necessidades da população e fornecer o recurso de forma salubre.

### ***2.2.2 Drenagem Urbana***

Nos períodos chuvosos, a água da chuva escorre dos pontos mais altos até os mais baixos, chamados de vales, devido a topografia da região. Os vales podem ser córregos permanentes, como rios, lagos, córregos, riachos e mananciais superficiais ou podem ser um vale seco. O planejamento das cidades deve permitir a liberdade de escoamento superficial das águas das chuvas, para que possam escoar sem a presença de obstáculos ao longo dos vales (BOTELHO, 2017).

Em razão da interatividade entre a sociedade urbanizada e as águas pluviais, os sistemas de drenagem são fundamentais para conduzir as águas da chuva o mais rápido possível e com o mínimo de impactos negativos (SANTOS et. al, 2021).

Ao escoar em uma área sem o devido cuidado, as águas pluviais podem ocasionar ou agravar a erosão nos terrenos, assoreamento dos córregos através do material erodido, desbarrancamento e danos ao pavimento das ruas (BOTELHO, 2017).

A drenagem e manejo das águas pluviais urbanas constitui-se, através da Lei nº 14.026 de 2020, pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheia, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e fiscalização preventiva das redes (BRASIL, 2020).

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o Brasil, em 2021, contava com 43,5% dos municípios com um sistema

exclusivo para a drenagem das águas urbanas, enquanto 11,9% possuíam um sistema unitário, ou seja, misto com o esgotamento sanitário, 22,1% possuem sistema combinado e 22,5% não se tem informações. Rezende e Heller (2008) comentam que o uso de uma rede única sanitário-pluvial pode resultar na ineficiência das redes e das estações de tratamento de esgoto (ETE). Desta forma, contribui-se para a deterioração dos corpos receptores, dos condutos físicos da rede, agravamento dos riscos à saúde e geração de maus odores.

A gestão das águas pluviais deve, portanto, contemplar a topografia e a geologia da área, a urbanização das ruas, proteção contra as erosões, proteção aos pavimentos, reduzir os alagamentos, eliminar os pontos baixos de acumulação das águas e diminuir as inundações (BOTELHO, 2017).

### **2.2.3. Esgotamento Sanitário**

Os esgotos sanitários são provenientes das diversas atividades humanas, comércio, residências, indústrias ou serviços públicos, e são diferenciados de acordo com suas características físico-químicas. Os esgotos domésticos gerados a partir do uso da água nas necessidades básicas dos seres humanos, enquanto os esgotos industriais são resultado do uso da água no processo industrial (SANTOS et. al, 2021).

A Lei nº 14.026 de 2020 define esgotamento sanitário como um conjunto de atividades, disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias à coleta, ao transporte e à disposição final adequada dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até sua destinação final para produção de água de reuso ou seu lançamento de forma adequada no meio ambiente (BRASIL, 2020).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), em 2021, 55,8% da população do Brasil foi atendida com rede de esgotamento sanitário, já a região Nordeste tinha 30,2% da população atendida em relação ao Estado do Ceará, apenas 29% do esgoto é coletado. Apenas 51,2% do esgoto gerado no Brasil é tratado, enquanto no Ceará quase 36% do esgoto é tratado (ITB, 2019). De acordo com Oliveira (2017), os municípios com maior cobertura de rede de coleta de esgoto são Fortaleza (47,5%), Caucaia (21,1%) e Juazeiro do Norte (31,1%). É de suma importância que uma cidade tenha um sistema de coleta de esgoto, tendo em vista que efluentes dispostos a céu aberto tornam o ambiente mais insalubre, reduzindo sua qualidade.

Entende-se então que o Brasil está muito longe de universalizar o esgotamento sanitário, desta forma é necessário muito mais investimentos para a área, a fim de suprir a demanda existente.

#### **2.2.4. Resíduos Sólidos Urbanos**

A NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), de 2004, define resíduos sólidos como os resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Inclui-se também lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, assim como líquidos que sejam inviáveis o lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água.

A Lei nº 12.305, de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, define os resíduos sólidos urbanos como os resíduos domésticos, originados de atividades domésticas das residências urbanas, e os resíduos de limpeza urbana, advindos da varrição, limpeza dos logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.

A Lei nº 14.026 de 2020 define o manejo dos resíduos sólidos urbanos constituídos pelas atividades, manutenção e disponibilização de infraestrutura e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana (BRASIL, 2020).

As legislações brasileiras definem que o serviço de manejo de resíduos sólidos urbanos compreende a coleta, a limpeza pública e a destinação final dos resíduos. O mau gerenciamento, pode acarretar o acúmulo de lixo, odor, atraindo animais e vetores e proliferação de doenças, causando poluição visual, do solo e recursos hídricos.

Segundo o panorama dos resíduos sólidos urbanos no Brasil, na edição de 2022, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), houve uma geração de 81,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no Brasil em 2022, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias.

De acordo com a ABRELPE, em 2015, o Estado do Ceará registrou uma taxa diária 9,8 toneladas de resíduos sólidos urbanos, e de acordo com a Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMA), em 2015, só havia 5 aterros sanitários em todo



o estado, logo, majoritariamente os resíduos são destinados em locais inadequados. Na Tabela 01, é possível ver a quantidade de resíduos gerados e a quantidade coletada por região e no Brasil em 2022.

Tabela 01 – Geração e coleta de resíduos nas regiões brasileiras.

<b>Regiões</b>	<b>Geração de RSU (t/ano)</b>	<b>Coleta de RSU (t/ano)</b>
Norte	6.173.684	5.110.575
Nordeste	20.200.385	16.705.718
Centro-Oeste	6.127.414	5.821.043
Sudeste	40.641.166	40.075.190
Sul	8.668.857	8.408.791
<b>Brasil</b>	<b>81.811.506</b>	<b>76.118.317</b>

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da ABRELPE (2022)

Sobre a disposição dos resíduos, ainda segundo a ABRELPE, em 2022, apenas 61% dos resíduos sólidos urbanos do país tinham destinação adequada e 39% tinham uma destinação inadequada.

### 2.3 *Índices e Indicadores*

Para Siche et al. (2007), um índice é o valor final obtido através de um procedimento matemático, podendo revelar a interpretação de um sistema ou fenômeno e utilizando em seu cálculo bases científicas e métodos adequados. Para a construção de um índice podem ser utilizados indicadores como variáveis para sua composição. Um indicador pode ser um dado único, ou uma correlação de informações que permite obter informações sobre uma realidade específica.

Ainda conforme o mesmo autor, um índice pode ser usado como recurso de tomada de decisão e previsão e é entendido como um ponto de conexão superior para um conjunto de indicadores e variáveis. Os indicadores são parâmetros selecionados e considerados, sozinhos ou combinados com outros parâmetros, para ponderar a condição do sistema a ser analisado.

Para Oliveira (2017), os indicadores sintetizam informações técnicas volumosas, definem prioridades, condições atuais e suas evoluções. Bem como indicar disfunções,

instituir metas e objetivos, mensurar e difundir dados. Logo, a utilização dos indicadores exprime uma intrínseca relação entre objetivos a serem alcançados com dados provenientes de um meio saturado de informações, gerando materiais simplificados, inclusive em questões ambientais e sanitárias.

Um bom indicador pode mostrar quantitativamente ou qualitativamente resultados sobre os elementos do saneamento. Pode apresentar elementos pertinentes que causam degradação ambiental agravando tais problemas como: gestão ineficiente da coleta, tratamento e destinação final de resíduos sólidos; tratamento insuficiente da água ofertada (SANTOS, 2012, p. 8 apud MARINHO e NASCIMENTO, 2014, p. 20).

O Quadro 02 apresenta um compilado de trabalhos que já estudaram índices e indicadores nos últimos 11 anos, os trabalhos foram selecionados através das ferramentas de pesquisa Google Acadêmico e repositórios universitários.

Quadro 02 – Trabalhos relacionados com o tema indicadores, publicados nos últimos anos.

<b>Estudo/Autor/ano</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo geral</b>
Artigo: POLAZ, C. N. M; TEIXEIRA, B. A. N. (2009)	Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP).	Proposição de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) em São Carlos (SP), sob a perspectiva de cinco dimensões: ambiental, econômica, social, política e cultural.
TCC: MARINHO, I. M. R. S. NASCIMENTO, I. G (2014).	Avaliação do saneamento urbano de Macapá através do índice de qualidade do saneamento ambiental.	Calcular o índice de saneamento ambiental na cidade de Macapá – AP e comparar com outras cidades brasileiras e como ele evoluiu ao longo dos anos de 2001 e 2011.
TCC: BILMAYER, A. F. (2017)	Análise da qualidade ambiental da área urbana do município de Peabiru – PR.	Analisar a qualidade ambiental da área urbana do município de Peabiru - PR, a partir da aplicação de indicadores de cobertura de terra e salubridade ambiental.
Dissertação: OLIVEIRA, J. F. (2017)	Proposição de um índice de sustentabilidade ambiental para a cidade de Fortaleza/CE a partir de indicadores socioeconômicos e ambientais.	Estabelecer um indicador de sustentabilidade, com o intuito de mensurar e ranquear esse nível dos bairros da cidade de Fortaleza – CE.
Artigo: PEIXOTO et al (2017)	O sistema de informação geográfica (SIG) aplicado ao	Avaliar, por meio SIG, as condições sanitárias que interferem no

	abastecimento hídrico e esgotamento sanitário	abastecimento de água e esgotamento sanitário em uma sub-bacia hidrográfica urbana da Região Metropolitana de Fortaleza.
Artigo: PEIXOTO et al (2018)	Índice de saneamento ambiental da área urbana do município de Mossoró – RN	Caracterizar e diagnosticar a situação do saneamento ambiental na cidade de Mossoró – RN, com suporte do SIG e do ISA.
Artigo: SILVA et al (2018)	Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses.	Apresentar a análise espacial da sustentabilidade dos municípios cearenses a partir da construção de um índice de desenvolvimento sustentável, embasado em dimensões social, ambiental, econômica e institucional.
TCC: XAVIER, A. P. DE M; ALMEIDA, P. P. (2018)	O indicador de salubridade ambiental (ISA) como ferramenta de avaliação do saneamento dos municípios goianos.	Analisar o Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) proposto pelo CONESAN (1999) com base em consulta à especialistas e propor adequações que possibilitem a atualização e padronização do Indicador perante o cenário do saneamento brasileiro.
Artigo: LOURENÇO, T; PRADO, R. B. (2019)	Índices de saneamento ambiental em regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.	Propõe-se obter, aplicar e classificar índices de saneamento ambiental por regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro.
TCC: SILVA, M. S. CARVALHO, T. V. (2019)	Análise do saneamento ambiental no bairro da Cidade Nova, município de Ananindeua – PA.	Analisar os aspectos da qualidade ambiental urbana, no que diz respeito ao saneamento básico, no bairro Cidade Nova, município de Ananindeua – Pará.
Artigo: VIANA, R. S. CASTRO, B. P. L. ROCHA, E. J. T. (2019)	Utilização do SIG para a avaliação de indicadores de saneamento na Região Metropolitana de Fortaleza.	Analisar o desempenho dos indicadores de saneamento no que concerne à universalização dos serviços de abastecimento de água, coleta de esgoto e manejo e disposição final dos resíduos sólidos nos municípios da Região Metropolitana de Fortaleza.
Artigo: SANTOS, L. P.S; FORMIGA, K. T. M; FERREIRA, N. C. (2020)	Construção de um indicador socioambiental e a relação com o sistema de drenagem urbana.	Correlacionar indicadores de vulnerabilidade socioambiental no estado de Goiás com o sistema de drenagem urbana.

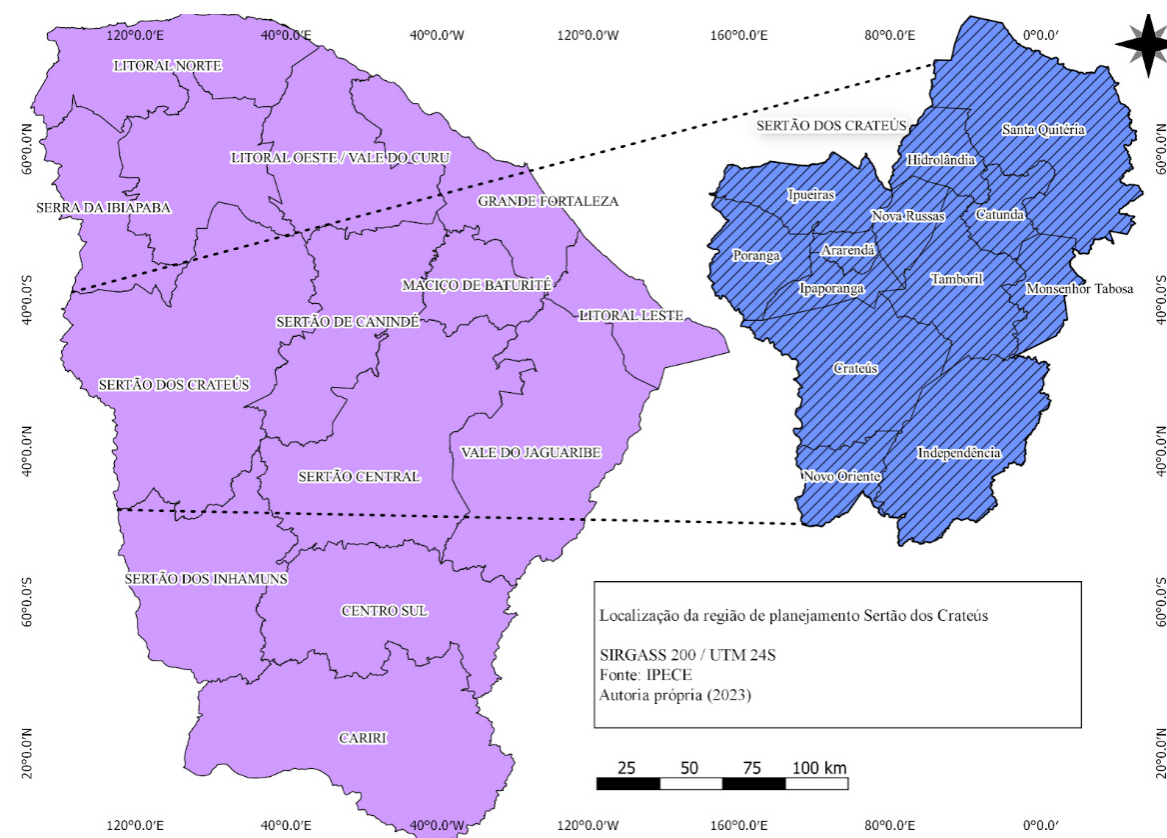
Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende a região de planejamento do Sertão de Crateús localizado na porção oeste do Estado do Ceará. É formada por 13 municípios, sendo eles Ararendá, Catunda, Crateús, Hidrolândia, Independência, Ipaporanga, Ipueiras, Monsenhor Tabosa, Nova Russas, Novo Oriente, Poranga, Santa Quitéria e Tamboril. A Figura 02 mostra um mapa com todas as regiões de planejamento do Ceará, a região do Sertão de Crateús está destacada ao lado.

Figura 02 – Mapa das regiões de planejamento do Ceará.



Fonte – Autoria própria com dados do IPECE (2023)

### 3.2 Cálculo do Índice de Saneamento Ambiental

De forma a avaliar a qualidade do saneamento ambiental do Sertão de Crateús, aplicou-se o cálculo do Índice de Saneamento Ambiental (ISA), incluindo os índices de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e de drenagem urbana. A principal fonte de dados foram os dados secundários dos indicadores dos serviços de saneamento básico, encontrados no Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS).

Na aplicação do índice de saneamento ambiental (ISA), utilizou-se a metodologia adaptada de Marinho e Nascimento (2014), outrora desenvolvido por Pereira e Gimenes (2009).

Esta metodologia permite a interpretação das condições sanitárias de uma localidade, município ou áreas maiores, fornecendo clareza das regiões mais ou menos beneficiadas. Trata-se da média aritmética, em porcentagem, de cada um dos índices iniciais. Estes serão calculados através da relação de seus indicadores, especificamente.

O índice de saneamento ambiental é composto por 4 sub índices, correspondentes ao índice de abastecimento de água (IAA), índice de esgotamento sanitário (IES), índice de coleta de resíduos (ICR) e índice de drenagem urbana (IDU), adaptado de Marinho e Nascimento (2014). O cálculo do ISA é dado pela equação 01.

$$ISA = \frac{IAA + IES + ICR + IDU}{4} \quad (\text{Equação 01})$$

Os índices de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana foram calculados através das equações 2, 3, 4 e 5.

$$IAA = \frac{IN005 + IN022 + IN023 + IN049 + IN072}{5} \quad (\text{Equação 02})$$

Onde: *IN005* – é a tarifa média da água; *IN022* – é o consumo médio per capita; *IN023 (AE)* – é o indicador de atendimento urbano da água; *IN049* – é o indicador de perdas na distribuição; *IN072* – é a duração média das paralisações;

O índice de esgotamento sanitário foi calculado através da equação 03.

$$IES = \frac{IN006 + IN015 + IN016 + IN047}{4} \quad (\text{Equação 03})$$

Sendo: *IN006* – a tarifa média de esgoto; *IN015* – o indicador de coleta de esgoto; *IN016* – o indicador de tratamento dos esgotos; *IN047* – o indicador de atendimento urbano de esgoto;

A equação 04 mostra como foi calculado o índice de coleta de resíduos sólidos.

$$ICR = \frac{IN014 + IN023 + IN031 + IN043 + RS001}{5} \quad (\text{Equação 04})$$

Onde: *IN014* – é a taxa de cobertura do serviço de coleta em relação da população urbana; *IN023 (RS)* – é o custo médio do serviço de coleta; *IN031* – é a taxa de recuperação de materiais recicláveis; *IN043* – é o custo médio do serviço de varrição; *RS001* – é o tipo de disposição dos resíduos sólidos que o município possui;

A porcentagem atribuída ao indicador RS001 varia de 0 a 100%, correspondente a existência de lixões, aterros controlados ou aterros sanitários, de acordo com a classificação de Marinho e Nascimento (2014). A classificação pode ser observada na tabela

Tabela 02 – Classificação da disposição dos resíduos sólidos urbanos

<b>Tipo de disposição</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Somente lixão	0
Lixão e Aterro Controlado	20
Aterro Sanitário, controlado e lixão	40
Aterro Controlado	60
Aterro Sanitário e Aterro Controlado	80
Aterro Sanitário	100

Fonte – Marinho e Nascimento (2014)

O índice de drenagem urbana (IDU) foi calculado a partir da equação 05

$$IDU = \frac{IN020 + IN021}{2} \quad (\text{Equação 05})$$

Sendo: *IN020* – Taxa de cobertura de pavimentação e meio fio na área urbana do município; *IN021* – Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana;

Como o ISA é calculado em porcentagem, nem todos os indicadores são apresentados em percentual, foi necessário o uso da equação 06, a fim de transformar o indicador em questão em porcentagem.

$$\frac{(Xi - X_{m\acute{a}x})}{(X_{m\acute{i}n} - X_{m\acute{a}x})} * 100 \quad (\text{Equação 06})$$

*Sendo,  $X_i$  – o indicador em questão a ser calculado em %;  $X_{máx}$  e  $X_{min}$  – são, respectivamente, o maior e o menor indicador dentre todos os municípios estudados;*

O tabelamento dos dados do SNIS foi feito em planilhas, utilizando o programa Excel, incluindo as 13 cidades da região do Sertão de Crateús. As variáveis foram dispostas por ano e, por fim, realizou-se a aplicação do índice de saneamento ambiental. Após o cálculo do ISA, fez-se a avaliação do índice através da Tabela 03, que descreve a qualidade do índice calculado, para aferir as condições de saneamento de uma região.

Tabela 03 – Índice de Saneamento Ambiental

<b>Valores do ISA</b>	<b>Classificação do Índice de Saneamento Ambiental</b>
76 – 100	EXCELENTE
61 – 75	ÓTIMO
46 – 60	BOM
31 – 45	REGULAR
16 – 30	RUIM
0 – 15	PÉSSIMO

Fonte – Elaborado pelo autor (2023)

### **3.3 Mapeamento do Índice de Saneamento Ambiental**

Os mapas foram confeccionados, após a estruturação dos dados, através do software livre QGIS (versão 3.10), com a espacialização dos índices de saneamento ambiental calculados ano a ano, de 2017 a 2021. Essa etapa foi feita com o auxílio de arquivos vetoriais associados às planilhas, tal como o uso de arquivos georreferenciados.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos dependem exclusivamente da participação dos municípios nos SNIS, pois a existência de lacunas compromete a precisão do cálculo do Índice de Saneamento Ambiental. Em alguns casos não foi possível calcular o ISA ou o cálculo apresentou baixo percentual, isso ocorreu devido a falta de dados suficientes para o respectivo índice.

As principais ausências de informações foram em relação aos indicadores de esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos, chegando a ter casos de municípios que não registraram informações nenhuma. O ISA do município de Poranga (CE) foi o único a ser feito com apenas 3 índices (IAA, IES e ICR), visto que o município não está disponível para consulta em relação às informações de águas pluviais.

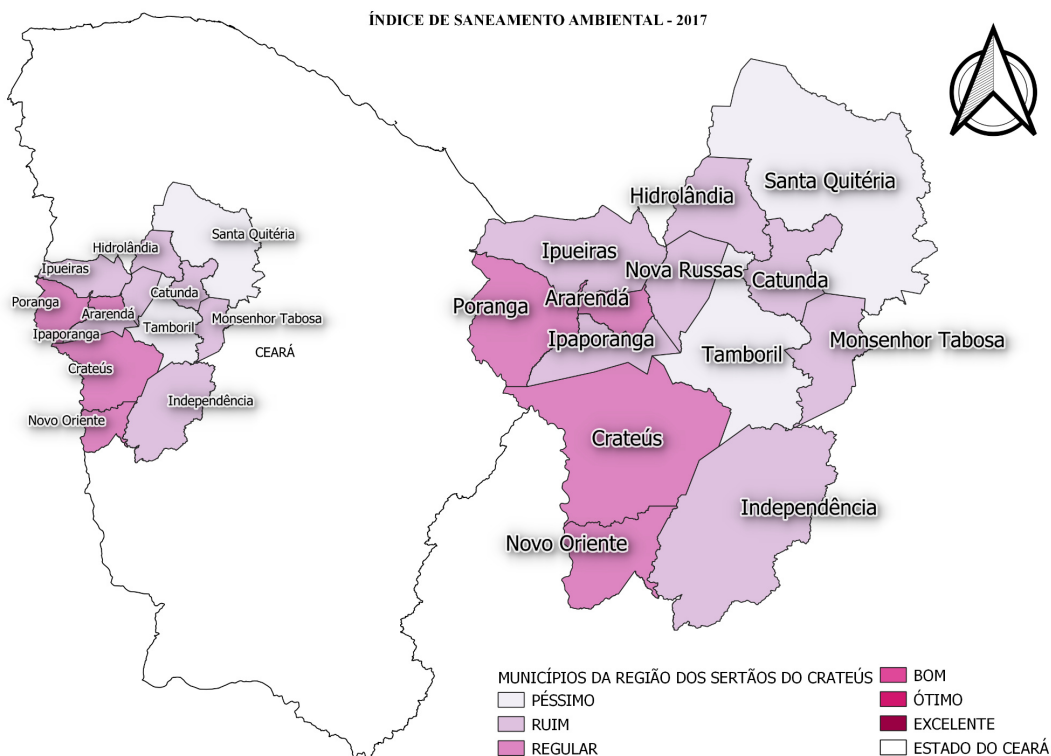
### **4.1 Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2017**

A Figura 03 mostra o mapa do índice de saneamento ambiental da região do Sertão de Crateús para o ano de 2017. Considerando a classificação de referência, a maioria dos municípios pontuaram um índice ruim de saneamento ambiental, enquanto apenas quatro pontuaram um índice regular, sendo eles Ararendá, Crateús, Poranga e Novo Oriente. Tamboril e Santa Quitéria pontuaram um índice péssimo em 2017.

De acordo com o IBGE, o Estado do Ceará tinha o 15º maior Índice de Desenvolvimento Humano do país, com um IDH de 0,73. As estatísticas de desenvolvimento humano apontaram que os municípios da região apresentam IDH entre 0,57 e 0,63, seguindo a tendência do Estado. O município de Tamboril apresentou índice péssimo de saneamento ambiental, apesar de ter um IDH de 0,58, um dos maiores da região. Além disso, o município não possui Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), e no de 2017 houveram 22 internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI), destas 4 foram óbitos (INFOSANBAS, 2017).



Figura 03 – Índice de Saneamento Ambiental da Região do Sertão de Crateús para o ano de 2017.



Fonte – Elaborado pelo autor (2023).

A tabela 04 apresenta os resultados numéricos obtidos através dos cálculos dos índices primários que compõem o ISA para o ano de 2017. É possível observar a ausência de dados abertos referentes aos índices de esgotamento sanitário (IES) e coleta de resíduos sólidos (ICR). Os índices com porcentagem zero (0%) significa que o município registrou poucas informações dos indicadores do SNIS, nesses casos o cálculo seguiu a metodologia proposta, tornando assim o valor do índice muito baixo, próximo de zero (0).

Os municípios de Monsenhor Tabosa, Santa Quitéria e Tamboril, em 2017, registraram apenas informações referentes aos indicadores de abastecimento de água, ou seja, somente foi calculado do IAA desses municípios, o que resultou em um ISA com porcentagem menor de 18%

Tabela 04 – Resultados do Índice de Saneamento Ambiental e seus sub-índices para o ano de 2017.

MUNICÍPIO	UF	2017				
		IAA	IES	IDU	ICR	ISA
ARARENDÁ	CE	52	*	35	40	32
CATUNDA	CE	70	*	50	0	30
CRATEÚS	CE	60	63	50	*	43
HIDROLÂNDIA	CE	68	*	43	*	28
INDEPENDÊNCIA	CE	47	49	*	0	24
IPAPORANGA	CE	71	*	41	0	28
IPUEIRAS	CE	71	*	35	*	27
MONSENHOR TABOSA	CE	67	*	*	*	17
NOVA RUSSAS	CE	61	26	*	*	22
NOVO ORIENTE	CE	61	55	*	25	35
PORANGA	CE	50	48	**	*	33
SANTA QUITÉRIA	CE	55	*	*	*	14
TAMBORIL	CE	61	*	*	*	15

Fonte – Elaborado pelo autor com dados do SNIS (2017)

(\*) O município não apresentou informações para o SNIS para a variável no ano referente

(\*\*) As informações não estão disponíveis para consulta

#### 4.2 Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2018

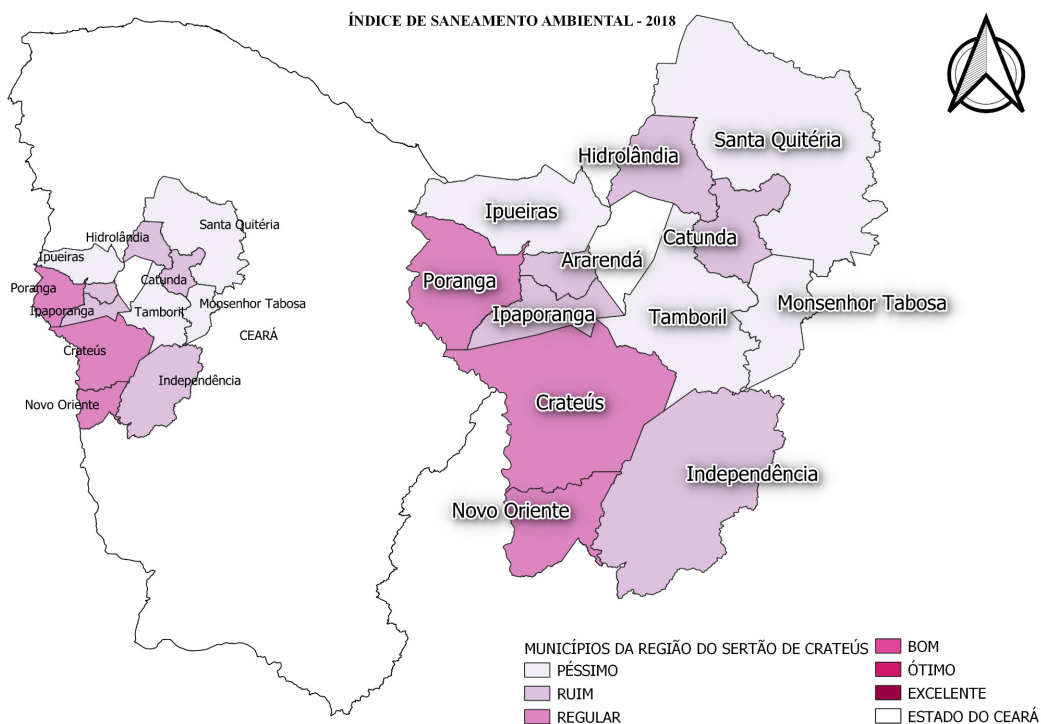
Na Figura 4 apresenta-se o índice de saneamento ambiental da região para o ano de 2018. Através do índice é possível perceber que dos 13 municípios estudados, 8 municípios pontuaram um índice péssimo ou ruim de saneamento, havendo uma regressão em relação ao saneamento da região. Os municípios de Crateús, Novo Oriente e Poranga mantiveram seus índices na classe regular, estabilizando seus percentuais de saneamento, todavia vale ressaltar que do ponto de vista numérico a evolução desses municípios foi baixa.

O município de Nova Russas, em 2018, não apresentou nenhuma informação em relação aos índices e indicadores, dificultando no cálculo do ISA. Assim, ocasionando uma queda no índice de saneamento em relação ao ano anterior. Em 2017, Nova Russas registrou 156 internações por DRSAI, em 2018 foram 102, onde houveram 2 óbitos (INFOSANBAS, 2018).

Logo, a ausência de informações aliadas aos casos de internações e óbitos, compreende-se a razão do município ter um índice ruim e não ter índice em 2017 e

2018, respectivamente. Somado a isso, o município também não tem um Plano Municipal de Saneamento.

Figura 04 – Índice de Saneamento Ambiental da Região dos Sertões de Crateús para o ano de 2018



Fonte – Elaborado pelo autor (2023)

O ano de 2018 catalogou poucas informações dos indicadores do SNIS, onde, de acordo com a tabela 05, houve ausência de informações suficientes para o cálculo dos índices em todos os municípios, em pelo menos um dos índices. O município de Nova Russas foi o único que apresentou nenhuma informação para o ano de referência de 2018. Sendo assim, não foi possível calcular ou classificar o ISA de 2018 do município.

O município de Ipueiras também foi um destaque negativo da região no ano de 2018, onde só apresentou informações em relação à drenagem urbana das águas pluviais, assim sendo o índice de drenagem urbana (IDU) o único índice a ser calculado para o município. Portanto, o resultado final do ISA de Ipueiras em 2018 foi muito baixo, com uma percentagem de 9%.

Tabela 05 – Resultados do Índice de Saneamento Ambiental e seus sub-índices para o ano de 2018

MUNICÍPIO	UF	2018				
		IAA	IES	ICR	IDU	ISA
ARARENDÁ	CE	61	*	12	46	30
CATUNDA	CE	65	*	13	11	22
CRATEÚS	CE	60	58	*	50	42
HIDROLÂNDIA	CE	65	*	*	25	23
INDEPENDÊNCIA	CE	44	46	0	*	22
IPAPORANGA	CE	72	*	0	40	28
IPUEIRAS	CE	*	*	*	35	9
MONSENHOR TABOSA	CE	62	*	*	*	15
NOVA RUSSAS	CE	*	*	*	*	*
NOVO ORIENTE	CE	58	52	24	*	33
PORANGA	CE	50	46	*	**	32
SANTA QUITÉRIA	CE	55	*	*	*	14
TAMBORIL	CE	52	*	4	*	14

Fonte – Elaborado pelo autor com dados do SNIS (2018)

(\*) O município não apresentou informações para o SNIS para a variável no ano referente

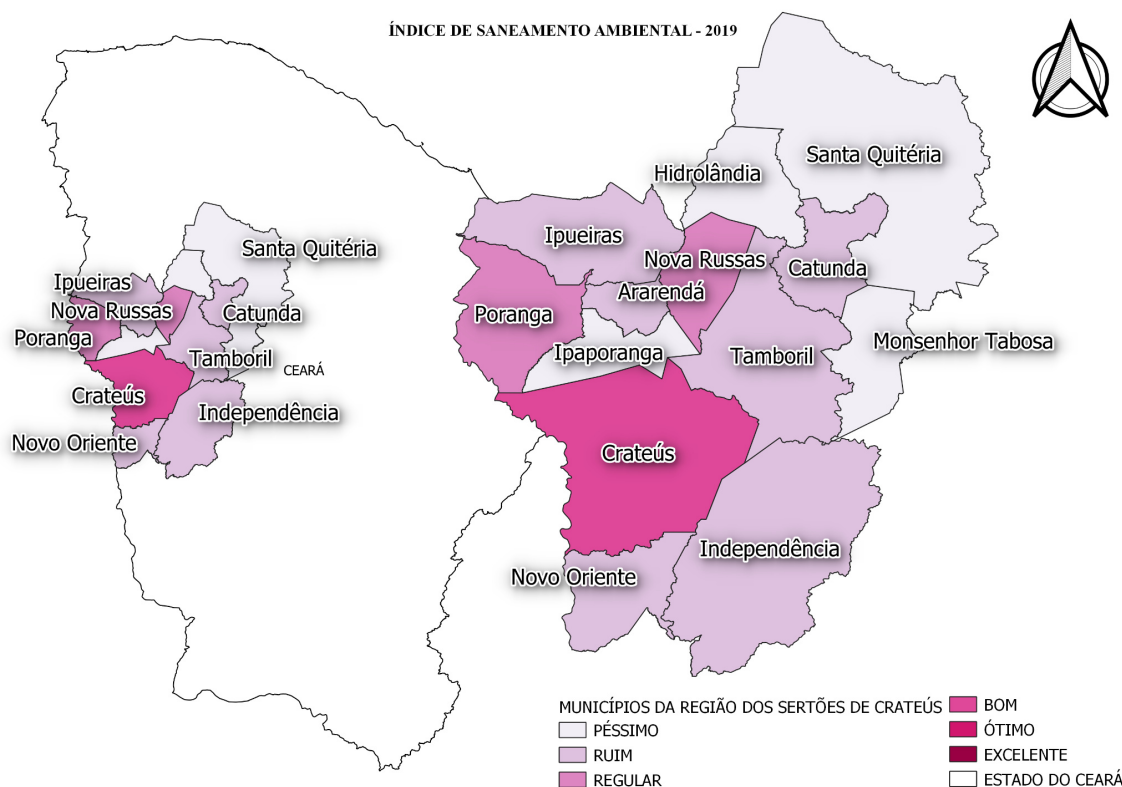
(\*\*) As informações não estão disponíveis para consulta

#### 4.3 Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2019

A Figura 05 apresenta o índice de saneamento ambiental de 2019, onde é visível a mudança de classe do município de Crateús, sendo o primeiro a pontuar um índice bom de saneamento ambiental. Além disso, Nova Russas registrou crescimento em relação ao ano de 2018, visto que em 2019 houve um índice regular de saneamento. Ao lado de Nova Russas, Poranga também pontuou um índice regular. Em 2019, 5 municípios classificaram-se com saneamento ruim e 4 com saneamento péssimo. Destaca-se que o município de Santa Quitéria permanece na classe péssima.

Santa Quitéria é o maior município do Estado do Ceará em extensão territorial, e mesmo já tendo elaborado um Plano Municipal de Saneamento, 2019 foi o terceiro ano seguido com um índice péssimo de saneamento ambiental. No mesmo ano houve a ocorrência de 51 casos de internações por DRSAI e 3 óbitos. O município já possui PMSB, de 2017, onde o mesmo prevê, como metas, a universalização do abastecimento de água para 2019 e de esgotamento sanitário para 2027. Portanto, percebe-se que o município não está em cumprimento com o PMSB.

Figura 05 – Índice de Saneamento Ambiental da Região dos Sertões de Crateús para o ano de 2019



Fonte – Elaborado pelo autor (2023)

A tabela 06 expõe os resultados tidos por meios dos cálculos de cada índice que são utilizados para ISA, o ano de referência é o ano de 2019. Nesse ano foi possível calcular o ISA de todos os municípios estudados, apesar de ainda ter sido encontrado lacunas nos indicadores do SNIS. O IES e o ICR são os índices que mais apresentam ausência de registro nos indicadores, assim dificultando a composição do seu cálculo e a compreensão do diagnóstico local.

O ICR é o índice com os menores resultados numéricos para a grande maioria dos municípios, com a exceção do município de Ararendá, que mesmo com um índice de coleta de resíduos de 17%, apresentou o maior ICR da região no ano de 2019. E para o ano de 2019 também não foi possível calcular o IDU da maioria, pois muitos carecem de dados para a drenagem das águas pluviais. Os municípios onde foi calculado o IDU apresentaram uma porcentagem maior que 30%, exceto Catunda.

O município de Ipaporanga teve um ISA de 0%, pois no ano de referência de 2019 somente registrou no SNIS o indicador IN014 que diz a taxa de cobertura do

serviço de coleta domiciliar para todos os anos de estudo do trabalho. Dessa maneira, o cálculo do ICR ficou com valor muito próximo de 0%.

Tabela 06 – Resultados do Índice de Saneamento Ambiental e seus sub-índices para o ano de 2019

MUNICÍPIO	UF	2019				
		IAA	IES	ICR	IDU	ISA
ARARENDÁ	CE	54	*	17	47	30
CATUNDA	CE	63	*	1	28	23
CRATEÚS	CE	59	55	*	71	47
HIDROLÂNDIA	CE	61	*	*	*	15
INDEPENDÊNCIA	CE	39	41	1	*	20
IPAPORANGA	CE	*	*	0	*	0
IPUEIRAS	CE	53	*	*	33	21
MONSENHOR TABOSA	CE	56	*	*	*	14
NOVA RUSSAS	CE	66	65	*	*	33
NOVO ORIENTE	CE	51	48	*	*	25
PORANGA	CE	59	41	*	**	33
SANTA QUITÉRIA	CE	55	*	*	*	14
TAMBORIL	CE	55	11	5	50	30

Fonte – Elaborado pelo autor com dados do SNIS (2019)

(\*) O município não apresentou informações para o SNIS para a variável no ano referente

(\*\*) As informações não estão disponíveis para consulta

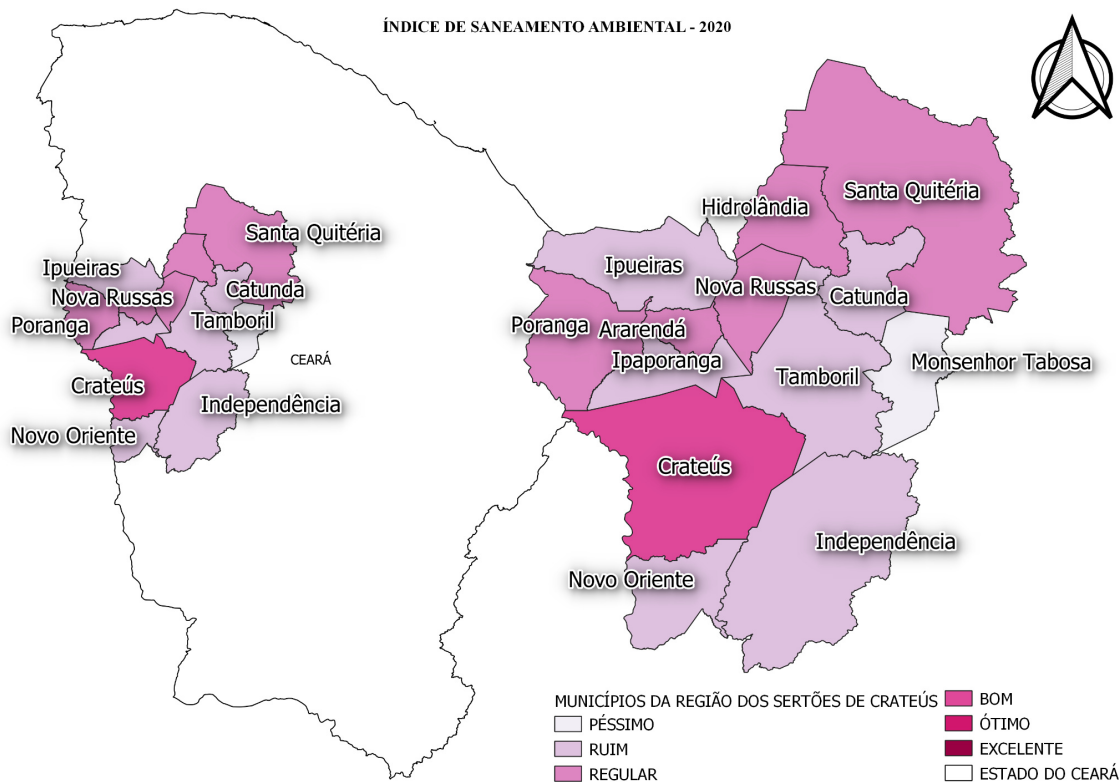
#### 4.4 Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2020

A Figura 06 evidencia a maior evolução do saneamento da região, apenas o município de Monsenhor Tabosa apresentou um índice péssimo de saneamento ambiental. Vale evidenciar que o município de Santa Quitéria, em 2020, classificou o saneamento em regular, após 3 anos seguidos com um índice péssimo. Os municípios de Nova Russas e Poranga mantiveram índices regulares, além de Hidrolândia e Ararendá também registraram índice regular de saneamento. Denota-se também que Catunda, Independência, Ipueiras, Novo Oriente e Tamboril perduraram com índice ruim.

De acordo com Infosnbas (2020), com dados do DATASUS (2020), Monsenhor Tabosa teve 5 internações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, em 2020, todavia, no mesmo ano, houveram 4 óbitos. O município elaborou seu PMSB em 2012, e trouxe como metas universalizar o atendimento de água até o período de 2017 a 2024, e atender 94% da população com esgotamento sanitário

no mesmo período de tempo. Entretanto, os resultados mostram que Monsenhor Tabosa ainda enfrenta dificuldades para cumprir suas metas, além disso 80% dos casos de internações vieram a óbito, o que corrobora com os resultados da pesquisa.

Figura 06 – Índice de Saneamento Ambiental da Região dos Sertões de Crateús para o ano de 2020



Fonte – Elaborado pelo autor (2023)

A espacialização dos dados mostrou que o município de Monsenhor Tabosa apresentou um índice ruim de saneamento ambiental, e do ponto de vista numérico isso ocorreu devido o município só ter informado os indicadores de abastecimento de água no ano em questão, como é mostrado na tabela 07. Conseqüentemente, o ISA de Monsenhor Tabosa em 2020 foi de apenas 14%, em 2019 também foi de 14%. Em 2018, apenas 15% e em 2017, onde teve o índice de 17%. À luz disso, o município só conseguiu índices ruim e péssimo de 2017 a 2020.

Tabela 07 – Resultados do Índice de Saneamento Ambiental e seus sub-índices para o ano de 2020

MUNICÍPIO	UF	2020				
		IAA	IES	ICR	IDU	ISA
ARARENDÁ	CE	54	*	40	48	36
CATUNDA	CE	61	*	1	31	23
CRATEÚS	CE	59	56	14	92	55
HIDROLÂNDIA	CE	60	*	28	44	33
INDEPENDÊNCIA	CE	40	40	0	43	31
IPAPORANGA	CE	*	*	0	89	22
IPUEIRAS	CE	57	*	32	15	26
MONSENHOR TABOSA	CE	56	*	*	*	14
NOVA RUSSAS	CE	68	65	*	*	33
NOVO ORIENTE	CE	59	47	*	*	27
PORANGA	CE	49	42	22	**	38
SANTA QUITÉRIA	CE	55	50	18	36	40
TAMBORIL	CE	56	*	12	*	17

Fonte – Elaborado pelo autor com dados do SNIS (2020)

(\*) O município não apresentou informações para o SNIS para a variável no ano referente

(\*\*) As informações não estão disponíveis para consulta

#### 4.5 Índice de Saneamento Ambiental do ano de 2021

O ano de 2021 foi o ano em que nenhum município pontuou um índice péssimo de saneamento ambiental, entretanto 7 deles encontram-se com um índice ruim, conforme Figura 07. Com ressalva ao município de Santa Quitéria que teve queda em seu índice de regular para ruim. Monsenhor Tabosa, que no ano anterior teve um índice péssimo, em 2021, melhorou o índice para regular. Hidrolândia, Nova Russas, Independência e Ipaporanga também classificaram-se com um índice regular.

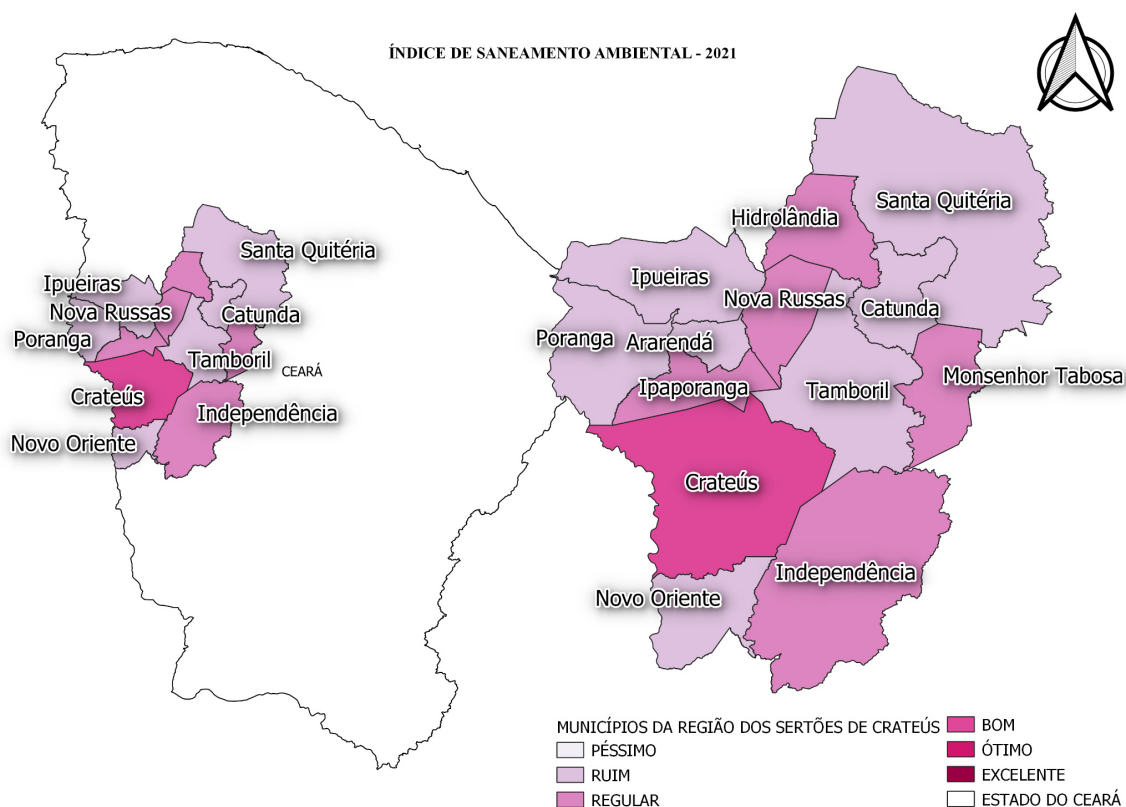
Crateús permaneceu em realce com um índice bom de saneamento ambiental, sendo o único dos 13 municípios a estar na classe. Crateús é o município com o maior produto interno bruto (PIB) da região, de acordo com o PMSB da cidade a meta de universalizar água e esgoto está prevista para o ano de 2026. Além disso, mesmo registrando um índice bom de saneamento ambiental, no ano de 2021, Crateús teve 77 interações por DRSAL.

De maneira geral, parte dos municípios teve mudanças pouco significativas e representativas ao longo do período de tempo, na maior parte do tempo de estudo os



municípios mantiveram-se seus índices na mesma classificação. Houveram evoluções pontuais como Santa Quitéria em 2020, bem como quedas pontuais como Nova Russas em 2018. Crateús foi o único município em que houve crescimento constante em seu índice de saneamento ambiental.

Figura 07 – Índice de Saneamento Ambiental da Região dos Sertões de Crateús para o ano de 2021



Fonte – Elaborado pelo autor (2023)

De maneira geral, os ISA dos municípios em 2021 pareceram melhorar, mesmo que pouco. Os indicadores de IAA e IDU foram todos registrados no SNIS em 2021. Entretanto os indicadores de IES e ICR ainda existiam lacunas. Crateús foi o município que apresentou o maior índice de saneamento ambiental. O mapa da figura 07 já mostrava Crateús como o único a ter um índice bom de saneamento ambiental, já a tabela 08 mostra a porcentagem do ISA de Crateús em 2021.

Nova Russas teve o segundo melhor índice no ano de 2021, com 44% de índice de saneamento ambiental, com essa porcentagem o ISA de Nova Russas em 2021 se enquadra na faixa regular. Esse índice teve esse resultado devido o fato de 2021 ter sido o único ano em que o município apresentou quase todos os indicadores do Índice de

Coleta de Resíduos (ICR), com exceção do IN043 que mostra o custo do serviço de varrição. Dessa forma, o município poderia apresentar melhores resultados se os dados desse indicador, em 2021, e dos outros indicadores nos anos anteriores estivessem disponíveis.

O município de Monsenhor Tabosa em nenhum dos anos desta pesquisa informou os indicadores de esgotamento sanitário, logo, não foi possível calcular o IES do município em nenhum dos anos de estudo. O PMSB de Monsenhor Tabosa tem como meta atender a 94% de sua população com esgotamento sanitário, no entanto, a gestão municipal de Monsenhor Tabosa enfrentará muitos desafios caso permaneça sem exercer transparência nas informações sobre esgotamento sanitário.

Tabela 08 – Resultados do Índice de Saneamento Ambiental e seus sub-índices para o ano de 2021

MUNICÍPIO	UF	2021				
		IAA	IES	ICR	IDU	ISA
ARARENDÁ	CE	26	*	15	48	22
CATUNDA	CE	58	*	10	24	23
CRATEÚS	CE	54	52	15	71	48
HIDROLÂNDIA	CE	57	*	30	51	35
INDEPENDÊNCIA	CE	51	35	1	43	33
IPAPORANGA	CE	70	*	0	89	40
IPUEIRAS	CE	55	*	0	38	23
MONSENHOR TABOSA	CE	55	*	1	42	24
NOVA RUSSAS	CE	65	65	11	35	44
NOVO ORIENTE	CE	42	44	8	30	31
PORANGA	CE	44	38	*	**	27
SANTA QUITÉRIA	CE	51	50	*	20	30
TAMBORIL	CE	55	*	15	18	22

Fonte – Elaborado pelo autor com dados do SNIS (2021)

(\*) O município não apresentou informações para o SNIS para a variável no ano referente

(\*\*) As informações não estão disponíveis para consulta

Guedes (2023) explica que o Plano Nacional de Saneamento Básico definiu um nível médio nacional de investimentos anuais *per capita* por município no montante de R\$113,30. Ademais, um pouco mais que 50% dos municípios da Região dos Sertões de Crateús têm seus Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB). O Decreto n° 11.599, de 2023, explica a importância da elaboração ou atualização dos planos, tendo em consideração os repasses e alocações de recursos financeiros federais.

Em síntese, os resultados obtidos nesta pesquisa revelam que os índices de saneamento de cada município estudado se correlacionam com dados da saúde e documentos oficiais publicados. As melhorias existem, contudo ainda são pequenas e expõem que a gestão pública terá percalços e tempo insuficiente para elaboração dos planos de saneamento, bem como as metas dos planos já existentes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo da pesquisa estudou-se a qualidade e a evolução do saneamento ambiental da área urbana dos 13 municípios da região dos Sertões de Crateús. Dessa forma, apresentam-se como conclusões do presente trabalho que a falta de informações dos municípios referentes aos indicadores de saneamento suscita dificuldades na gestão urbana do município, bem como a avaliação do saneamento na região.

A conjuntura do saneamento ambiental da área estudada pode ser considerada ruim, de maneira geral, onde a pluralidade dos municípios teve um índice regular, ruim ou péssimo. Apesar de ao longo de 2017 a 2021 o cenário do saneamento parecer crescer, a espacialização dos dados apresentou que o índice de saneamento ambiental é ruim, mesmo com uma parcela de municípios com um índice regular.

O ano de 2018 apresentou o pior índice da região em relação aos demais anos estudados, neste ano houveram 3 índices regulares, 5 índices ruins, 4 índices péssimos e 1 município em que não foi possível calcular o ISA. O trunfo da região é o município de Crateús, é o mais populoso e o único que teve avanço no saneamento ao longo do período de tempo da pesquisa. Os melhores índices de Crateús foram nos anos de 2020 e 2021 onde classificou-se com um índice bom de saneamento ambiental.

A região dos Sertões de Crateús ainda possui baixa cobertura dos serviços de saneamento básico em vários municípios, o que implica em diversos problemas sociais, tornando-se um desafio a ser enfrentado pela gestão pública. Mediante a aplicação da pesquisa, os objetivos do trabalho foram alcançados e pode-se concluir que

o saneamento ambiental da região do Sertão de Crateús é ruim e não progrediu significativamente de 2017 a 2021, podendo até mesmo ter estagnado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 17 de mar, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- AYACH, L. R. et al. Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos. **Caderno de Geografia**, v. 22, n. 37, 2012. <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/3021/3865>. Acesso em: 30 de abril, 2023.
- BATISTA, M. E. M. SILVA, T. C. DA. O modelo ISA/JP – Indicador de performance para diagnóstico de saneamento ambiental urbano. **Engenharia Ambiental e Sanitária**, v. 11, n. 1, p. 55–64, mar. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/CGzhbvqGjNBMj8kVOzxFkDb/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 18 de abril, 2023.
- BILMAYER, A. F. **Análise da qualidade ambiental da área urbana do município de Peabiru – PR**. 2017. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão. 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/7062>. Acesso em: 07 de abril, 2023.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Presidência da República, 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 23 de fev. 2023.
- BRASIL. **Decreto nº 11.599**, de 12 de julho de 2023. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2023/decreto/d11599.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/d11599.htm). Acesso em: 23 de nov, 2023.
- BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em: 23 de fev. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 05 de janeiro de 2007. Lei Nacional do Saneamento Básico. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm). Acesso em: 23 de fev. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm). Acesso em: 23 de fev. 2023.

BRASIL. **Lei nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Novo Marco Legal do Saneamento Básico. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm). Acesso em: 23 de fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Do SNIS ao SINISA: informações para planejar o saneamento básico**. Brasília, SNS, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/cadernos-tematicos>. Acesso em: 27 de abril, 2023.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PLANSAB)**. Brasília, SNS, 2019. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/Versao\\_Conselhos\\_Resolucao\\_Alta\\_Capa\\_Atualizada.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab/Versao_Conselhos_Resolucao_Alta_Capa_Atualizada.pdf). Acesso em: 30 de abril, 2023.

BOTELHO, M, H, C. **Águas de chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades**. 4ª edição revista e ampliada. Editora Edgar Blücher Ltda. 2017.

FARIAS, R. S. S. **Perspectivas e limites da lei de diretrizes nacionais de saneamento básico**: um estudo sobre a aplicação dos principais instrumentos e determinações da lei nº 11.445/07, nos municípios da Região Metropolitana de Belém – PA. 2011. 257 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16139/tde-28072011-105618/publico/Tese\\_Final\\_Revisada\\_Rosa\\_Farias\\_2011.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16139/tde-28072011-105618/publico/Tese_Final_Revisada_Rosa_Farias_2011.pdf). Acesso em: 27 de fev, 2023.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de saneamento**. 5.ed. 2019, 371 p. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/541>. Acesso em: 27 de jul. 2023.

GUEDES, W. P. SUGAHARA, C. R. FERREIRA, D. H. L. Índice de saneamento ambiental e Covid-19: uma análise nas capitais brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. 3, p. 175 – 193, set/dez, 2023. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/6623/1336>. Acesso em: 23 de nov, 2023.

HELLER, Léo; PÁDUA, V. L. de. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2.ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. v. 1.

INFOSANBAS. Informações contextualizadas sobre o saneamento no Brasil. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/>. Acesso em: 23 de nov, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. Cidades e Estados do Brasil. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 28 de jul, 2023

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **As Regiões de Planejamento do Estado do Ceará**. Secretaria de Planejamento e Gestão, nov, 2015. Disponível em:

[https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD\\_111](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_111). Acesso em: 28 de jul, 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Principais estatísticas de esgoto**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/>. Acesso em: 15 de março, 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Painel de Saneamento Brasil**, 2019. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/>. Acesso em: 30 de abril, 2023.

LIMA, Valéria. Saneamento ambiental como indicador de análise da qualidade ambiental urbana. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, n. 35, p. 65 – 84, ago/dez, 2013. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/3066/2616>. Acesso em: 30 de abril, 2023.

LISBOA, S. S. HELLER, L. SILVEIRA, R. B. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 4, out/dez, 2013, p. 341 – 348, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/994sJtj6TWMPMFgFGRF8Fzk/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 de abril, 2023.

LOUREIRO, A. L. **Gestão dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Estado da Bahia**: análise de diferentes modelos. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/9971/1/Dissert%20Aline%20Loureiro%20seg.pdf>. Acesso em: 27 de fev. 2023.

LOURENÇO, T; PRADO, R. B. Índices de saneamento ambiental em regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 16, e. 7, 2019. Disponível em: [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/210/23dc1cea877a98b7eeb2554820a4b463\\_6e0339296b9da64f1af57cddce414f78.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/210/23dc1cea877a98b7eeb2554820a4b463_6e0339296b9da64f1af57cddce414f78.pdf). Acesso em: 07 de abril, 2023.

MARINHO, I, M, R, d, S. NASCIMENTO, Isa Gama. **Avaliação do saneamento urbano de Macapá através do índice de qualidade do saneamento ambiental**. 2014. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014. Disponível em: [http://repositorio.unifap.br/bitstream/123456789/482/1/TCC\\_AvaliacaoSaneamentoUrbano.pdf](http://repositorio.unifap.br/bitstream/123456789/482/1/TCC_AvaliacaoSaneamentoUrbano.pdf). Acesso em: 17 de mar, 2023.

MEDEIROS, V. RODRIGUES, C. T. **Políticas públicas municipais, universalização e eficiência do setor de saneamento básico**: uma análise para os municípios mineiros. **Planejamento e Políticas Públicas**. n. 53, p. 184 – 206, jul/dez. 2019.

NUGEM, R. DE C. et al. Região das ilhas: O saneamento básico e o saneamento ambiental. In: OLIVEIRA, C. C DE. et al. **Cidades e sustentabilidade**: Os desafios para conciliar equilíbrio ecológico e bem estar social. UERGS, Porto Alegre, 2021. Cap. 06, p. 64 – 70. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/224936>. Acesso em: 30 de abril, 2023.

- OLIVEIRA, J.F. **Proposição de um índice de sustentabilidade ambiental para a cidade de Fortaleza – CE a partir de indicadores socioeconômicos e ambientais**. 2017. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/30467/7/2017\\_dis\\_jfoliveira.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/30467/7/2017_dis_jfoliveira.pdf). Acesso em: 17 de mar, 2023.
- PEIXOTO, F. DA S. et al. Índice de saneamento ambiental da área urbana do município de Mossoró – RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 06, 2018, p. 2310-2139, dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/235940/31230>. Acesso em: 07 de abril, 2023.
- PEIXOTO, F. DA S. et al. O sistema de informação geográfica (SIG) aplicado ao abastecimento hídrico e esgotamento sanitário. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, v. 17, n. 1, jun. 2017. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/64453/1/2017\\_art\\_fspeixoto.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/64453/1/2017_art_fspeixoto.pdf). Acesso em: 07 de abril, 2023.
- PEREIRA, M. T. GIMENES, M. L. Seminário internacional “experiências de agendas 21: os desafios do nosso tempo”. **Desenvolvimento de indicador de qualidade de saneamento ambiental urbano e aplicação nas maiores cidades paranaenses**. Ponta Grossa – PR, nov de 2009. Disponível em: [https://eventos.uepg.br/seminariointernacional/agenda21parana/trabalho\\_cientifico/TrabalhoCientifico015.pdf](https://eventos.uepg.br/seminariointernacional/agenda21parana/trabalho_cientifico/TrabalhoCientifico015.pdf). Acesso em: 12 de jun, 2023.
- PHILIPPI JR, A. et al. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento saudável**. Universidade de São Paulo, São Paulo. Editora Manole. 2013.
- POLAZ, C. N. M; TEIXEIRA, A. B. DO N. Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 14, 2009, p. 411-420, jul. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/5vLpPSYDJNCsPzzgdr3WHz/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 07 de abril, 2023.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CRATEÚS. Plano municipal de saneamento básico: abastecimento de água e esgotamento sanitário. 2015. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/planos-municipais-de-saneamento-basico-regiao-centro-oeste/>. Acesso em: 23 de nov, 2023.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MONSENHOR TABOSA. Plano municipal de saneamento básico de Monsenhor Tabosa – CE. 2012. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/planos-municipais-de-saneamento-basico-regiao-centro-oeste/>. Acesso em: 23 de nov, 2023.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA QUITÉRIA. Plano municipal de saneamento básico: abastecimento de água e esgotamento sanitário. 2015. Disponível em: <https://www.arce.ce.gov.br/planos-municipais-de-saneamento-basico-regiao-centro-oeste/>. Acesso em: 23 de nov, 2023.



REZENDE, S. C; HELLER, Léo. **Saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. 2.ed. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2008.

SANTOS, Amabelli Nunes dos; PRETTO, Márcia E J.; ABREU, Marina S. Paravidino de; et al. **Saneamento Ambiental**. Porto Alegre: Grupo A, 2021. *E-book*. ISBN 9786556902678. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556902678/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

SANTOS, L. P.S; FORMIGA, K. T. M; FERREIRA, N. C. Construção de um indicador socioambiental e a relação com o sistema de drenagem urbana. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 55, n. 2, 2020, p. 171-191, mar. 2020. Disponível em: [https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes\\_RBCIAMB/article/view/638/523](https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/638/523). Acesso em: 07 de abril, 2023.

SANTOS, L. F. P. **Indicadores de salubridade ambiental (ISA) e sua aplicação para a gestão urbana**. 2012. 131 f. Dissertação de (Mestrado) - Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental e Políticas Públicas. Macapá. p.6-20.

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará. **Panorama dos resíduos sólidos do Ceará**. Ceará, 2015. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/36/2018/12/Versao-resumida-Finalizada-pdf>. Acesso em: 17 de mar, 2023.

SICHE, R. et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente e Sociedade**, v. 10, n. 2077, p. 137-148, jul. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/3w6kjV8dSdqVtPbxMBzW3Rg/?lang=pt#>. Acesso em: 04 de abril, 2023.

SILVA, F. M; CARVALHO, T. V DE. **Análise do saneamento ambiental no bairro da Cidade Nova, município de Ananindeua – PA**. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Geoprocessamento) – Campus Universitário de Ananindeua, Universidade Federal do Pará, Ananindeua, 2019. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br:8443/jspui/handle/prefix/2776>. Acesso em: 07 de abril, 2023.

SILVA, J. F. B. A. et al. Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n. 1. Rev. Adm. Pública, 2018, p. 149-168, jan. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/ywT6s5TkkNfkVWfLcsMrByd/?lang=pt#>. Acesso em: 07 de abril, 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Painel de informações**. Disponível em: SNIS — Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Acesso em: 15 de março, 2023.

VIANA, R, S; CASTRO, B. P. L DE; ROCHA, E. DA J. T. Utilização do SIG para avaliação de indicadores de saneamento na Região Metropolitana de Fortaleza. **Revista DAE**, v. 68, n. 227, 2020. p. 88-120, nov. 2020. São Paulo. Disponível em: <http://revistadae.com.br/site/artigo/1920-Utilizacao-do-SIG-para-a-avaliacao-de-indicad>

[ores-de-saneamento-na-Regiao-Metropolitana-de-Fortaleza-](#). Acesso em: 07 de abril, 2023

XAVIER, A. P. DE M; ALMEIDA, P. P. **O indicador de salubridade ambiental (ISA) como ferramenta de avaliação do saneamento dos municípios goianos**. 62 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Goiás, 2018. Disponível em:

[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/O\\_INDICADOR\\_DE\\_SALUBRIDADE\\_A\\_MBIENTAL\\_%28ISA%29\\_COMO\\_FERRAMENTA\\_DE\\_AVALIA%C3%87%C3%83\\_O\\_DO\\_SANEAMENTO\\_DOS\\_MUNIC%C3%8DPIOS\\_GOIANOS..pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/O_INDICADOR_DE_SALUBRIDADE_A_MBIENTAL_%28ISA%29_COMO_FERRAMENTA_DE_AVALIA%C3%87%C3%83_O_DO_SANEAMENTO_DOS_MUNIC%C3%8DPIOS_GOIANOS..pdf). Acesso em:

11 de abril, 2023.