



THACYLA MILENA PLÁCIDO NOGUEIRA

**MAPEAMENTO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO  
SANITÁRIO EM NÍVEL DE SETORES CENSITÁRIOS: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE  
CAJAZEIRAS - PB**

THACYLA MILENA PLÁCIDO NOGUEIRA

**MAPEAMENTO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM NÍVEL DE SETORES  
CENSITÁRIOS: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CAJAZEIRAS -  
PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: MATEUS RODRIGUES DA COSTA

Cajazeiras  
2020

**IFPB / Campus Cajazeiras**  
**Coordenação de Biblioteca**  
**Biblioteca Prof. Ribamar da Silva**  
**Catálogo na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593**

N778m

Nogueira, Thacyla Milena Plácido

Mapeamento dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário em nível de setores censitários: estudo de caso na cidade de Cajazeiras-PB / Thacyla Milena Plácido Nogueira; orientador Mateus Rodrigues da Costa.- Cajazeiras, 2020.

44 f.: il.

Orientador: Mateus Rodrigues da Costa.

TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020.

1. Abastecimento de água 2. Esgotamento sanitário 3. Geoprocessamento I. Título

628.1(0.067)

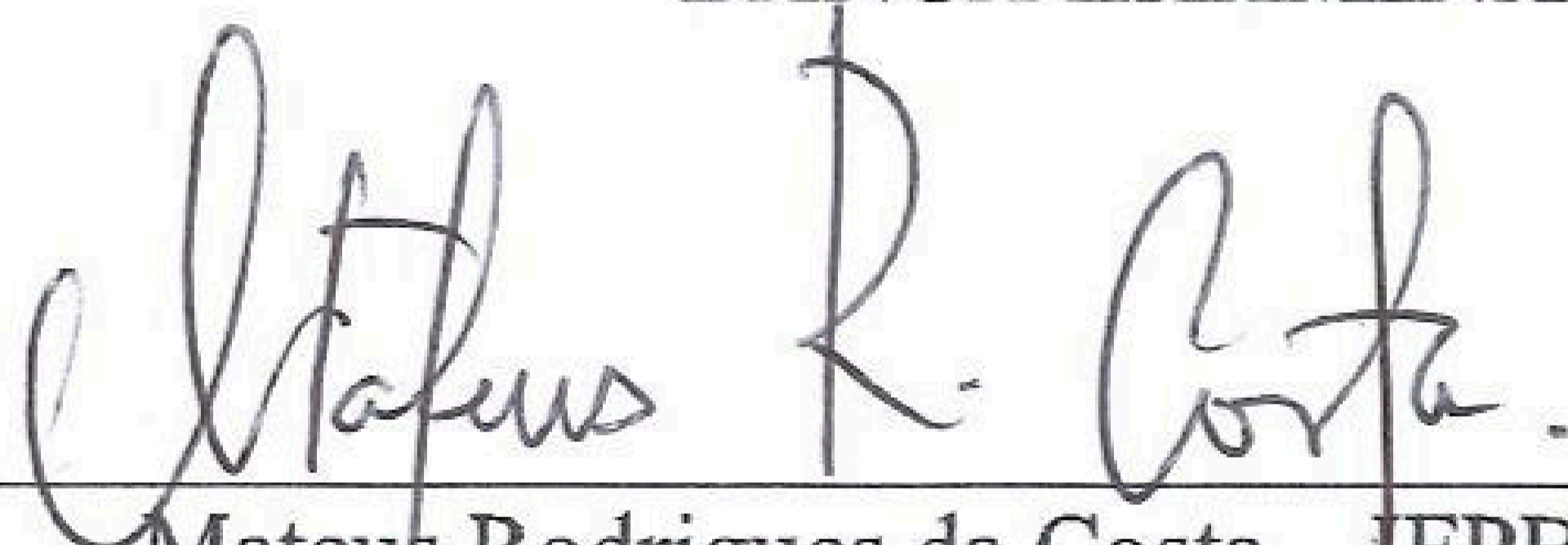
THACYLA MILENA PLÁCIDO NOGUEIRA

**MAPEAMENTO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO EM NÍVEL DE SETORES  
CENSITÁRIOS: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CAJAZEIRAS -  
PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Engenharia Civil do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,  
como parte dos requisitos para a obtenção do  
Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 18 de fevereiro de 2020.

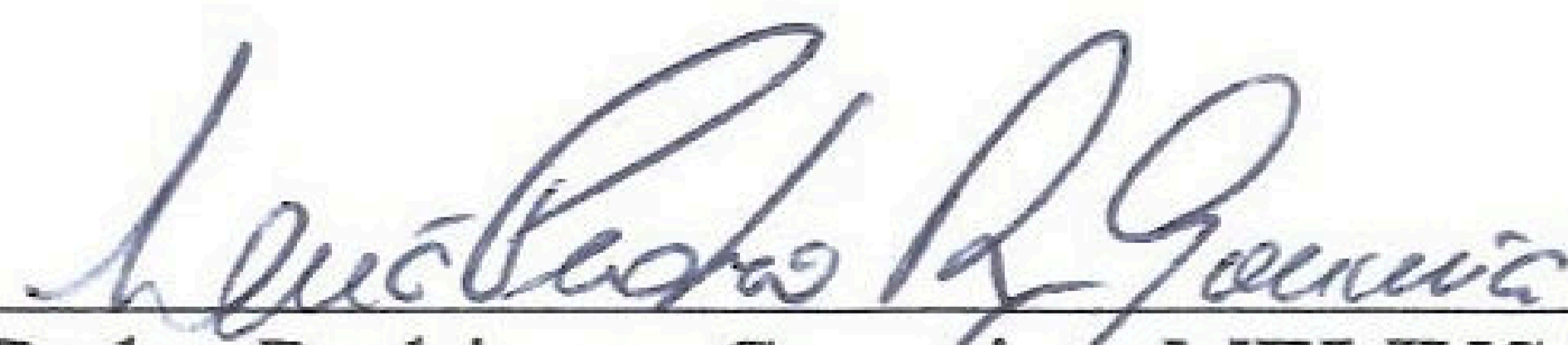
**BANCA EXAMINADORA**



Mateus Rodrigues da Costa – IFPB-Campus Cajazeiras  
Orientador



Cícero de Sousa Nogueira Neto – IFPB-Campus Cajazeiras  
Examinador 1



Luã Pedro Rodrigues Gouveia – MELIUS ENGENHARIA LTDA  
Examinador 3

Dedico este trabalho aos meus pais por sonharem junto comigo e pelo apoio imensurável.

## AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus, Senhor da minha vida, Dono de tudo que tenho e sou, por ser meu sustento, refúgio e melhor amigo durante este tempo singular em minha vida.

Gratidão à Mãe de Deus que também é minha mãe, Maria, a quem pertencço inteiramente, por sua presença e intercessão sempre fiel, por zelar por mim e me levar sempre a dar sentido a tudo que vivo.

Gratidão aos meus pais, Expedita e Alberto, pelo dom da vida e por estarem sempre ao meu lado mesmo tão distante, obrigada por viverem comigo cada detalhe desses longos anos. À minha mãe, pela sua amizade e indescritível forma de amar e fazer tudo dar certo. Ao meu pai, pelo seu exemplo de doação e amor concreto manifestado no abraço e em cada ligação.

Aos meus irmãos, João Paulo, George, Alberto Filho e Miguel, que são minha alegria e meu estresse, obrigada por serem um dos motivos de muitos recomeços, cheguei até aqui também por vocês! Ao Zé, obrigada pelo tempo que morou comigo em Cajazeiras e deixou minha vida mais alegre, fez toda diferença, acredite!

Gratidão ao amor da minha vida, Eduardo Lopes, por viver tudo comigo sem me deixar faltar nada. Obrigada por seu amor, cuidado, carinho e amizade. Obrigada por acreditar em mim mais do que eu mesma!

Gratidão à minha Tia Leolina, por ter me incentivado tanto, providenciado tudo para que eu viesse para esse curso, me acolhido e estar sempre perto. Muito obrigada!

À minha família, em especial à minha vó Maria, minha madrinha Albanisa, Tio Siteinho, Tinina, Tio João e Dona Geny, por serem canal da providência em minha vida durante todo o curso, sem vocês eu não teria conseguido!

Às minhas amigas, Amanda Jéssica, Andreza Leite, Danielle Cabral e Jéssica Silva, por toda caminhada, partilha de vida e de vinhos, pelas nossas noites em claro pelas provas e pelas risadas, esse caminho foi bem mais fácil e feliz por ter vocês, muito obrigada! À Amanda por ser aquela que sempre me fez enxergar o meu melhor, por confiar em mim e por topar tudo comigo, obrigada!

Ao meu amigo Jorge Lucas, obrigada pela partilha de vida e por cada noite em claro, domingos e feriados dedicados aos estudos, nada foi em vão!

Gratidão à Comunidade Católica Shalom, à Célula Totus Tuus, em especial à Rossana Vescya, Vanessa Rodrigues e Matheus Vieira, obrigada pelo ser família e por cuidarem de mim. Bendita vocação que nos une e nos faz desejar o céu!

À minha família dada por Deus em Cajazeiras, Tiago, Nataely, João Luiz, Deise, Lorena, Maria Luíza, Alan e Natália, obrigada por cada um! Ao Tiago e a Nataely, obrigada pela liberdade de partilhar tudo com vocês, contem sempre comigo!

À minha família dada por Deus em Sousa, Huilma, Jairo, José Luís, Rafael, Maria Regina, João Paulo, Lucas e Dona Regina, obrigada por abrirem as portas das casas de vocês e por me acolherem, pude provar o cuidado de Deus durante esse tempo, muito obrigada!

Aos amigos e colegas da Melius, Igor Martins e Luã Pedro pela mentoria e oportunidade da vivência prática do curso, Erijohnson por sua amizade sincera desde a faculdade até o estágio, e creio que para a vida toda, Igor Guilherme pela parceria e amizade durante o estágio, Ricardo Henrique por em tão pouco tempo ter se tornado tão próximo, obrigada por me socorrer também nesse trabalho.

Gratidão ao IFPB, *campus* Cajazeiras, por fazer jus ao que dizem “O IF é uma mãe!”, e realmente é, pois cuida e se preocupa como uma. Agradeço de coração a equipe da cozinha, pelas refeições e mais que isso, pela alegria e descontração nos intervalos e estendo minha gratidão aos demais servidores.

Agradeço às professoras, Tássia Melo, Laiana Ferreira e Katharine Medeiros pelo exemplo de dedicação e comprometimento com as disciplinas lecionadas, obrigada pela excelente didática de vocês!

Agradeço ao professor Daniel Torres pela sua didática e comprometimento com o ensino dos alunos, também pela supervisão do meu estágio, obrigada!

Agradeço de coração ao professor Mateus Rodrigues que me orientou nesse TCC, a você minha mais profunda gratidão, por toda paciência, insistência, por acolher minha ideia e permanecer até o fim comigo, muito obrigada!

*“Nunca perca de vista seu ponto de partida.”*

*Santa Clara de Assis*



## RESUMO

O abastecimento de água e o esgotamento sanitário são eixos do saneamento básico essenciais para a saúde e o bem-estar da população. Dessa forma, o objetivo desse trabalho é diagnosticar e espacializar a situação desses sistemas, na cidade de Cajazeiras – PB, a nível de setores censitários. A metodologia adotada corresponde a um estudo dos dados obtidos no Censo do IBGE de 2010, por meio de *software* de tabulação, e o tratamento desses dados através do *software* QGIS 3.6.2. Os resultados alcançados mostram que a cobertura do abastecimento de água abrange 98,3% da zona urbana, dado satisfatório que se encontra acima da média nacional, porém, a cobertura do esgotamento sanitário ainda se encontra deficitária, registrando um percentual de 60,7%, abaixo da média nacional. Tais resultados foram espacializados e nesse mecanismo foi possível visualizar os setores mais prejudicados pela falta de esgotamento sanitário, bem como visualizar a distribuição quase universal do abastecimento de água.

**Palavras-Chave:** Abastecimento de Água; Esgotamento Sanitário; Geoprocessamento.

## **ABSTRACT**

Water supply and Sanitary Sewage are essential basic sanitation axes for the population's health and well-being. Thus, the objective of this work is to diagnose and spatialize the situation of these systems, in the city of Cajazeiras - PB, at the level of census sectors. The adopted methodology corresponds to a study of the data obtained in the 2010 IBGE Census, using tabulation software, and the treatment of these data using the QGIS 3.6.2 software. The results achieved show that the coverage of water supply covers 98.3% of the urban area, a satisfactory data that is above the national average, however, the coverage of sanitary sewage is still in deficit, registering a percentage of 60.7% , below the national average. Such results were spatialized and in this mechanism it was possible to visualize the sectors most affected by the lack of sanitary sewage, as well as to visualize the almost universal distribution of water supply.

**Key words:** Water supply; Sanitary Sewage; Geoprocessing.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Forma de abastecimento da cidade de Cajazeiras - PB.....   | 19 |
| Figura 2 – Ciclo de uso da água e geração de esgoto .....   | 20 |
| Figura 3 – Fluxograma de atividades .....   | 25 |
| Figura 4 – Identificação da área de estudo – Zona Urbana de Cajazeiras (PB) .....                             | 26 |
| Figura 5 – Calculadora de Campo do QGIS 3.6.2.....  | 31 |
| Figura 6 – Distribuição da Renda Per Capita, por setor censitário, na cidade de Cajazeiras - PB.....          | 33 |
| Figura 7 - Percentual de Responsáveis Alfabetizados, por setor censitário, na cidade de Cajazeiras - PB ..... | 34 |
| Figura 8 – Situação do Abastecimento de Água em Cajazeiras (2010) .....                                       | 35 |
| Figura 9 – Distribuição do acesso aos sistemas de abastecimento de água em Cajazeiras – PB .....              | 36 |
| Figura 10 – Situação da destinação do esgoto de Cajazeiras (2010).....  | 37 |
| Figura 11 – Distribuição do déficit do acesso ao sistema de esgotamento sanitário em Cajazeiras – PB.....     | 38 |
| Figura 12 – Destinação predominante dos esgotos na cidade de Cajazeiras - PB.....                             | 39 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba

ANA – Agência Nacional de Águas

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

CESBs – Companhias Estaduais de Saneamento Básico

CODEN – Companhia de Desenvolvimento de Nova Odessa

GPS - *Global Positioning System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OMS – Organização Mundial da Saúde

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SCIENTEC – Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia

SES – Sistema de Esgotamento Sanitário

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SRC – Sistema de Referência de Coordenadas

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>2 OBJETIVOS .....</b>  | <b>15</b> |
| 2.1 OBJETIVO GERAL.....   | 15        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 15        |
| <b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>   | <b>16</b> |
| 3.1 SANEAMENTO BÁSICO .....   | 16        |
| 3.1.1 Histórico .....   | 16        |
| 3.1.2 Sistemas de Saneamento Básico.....  | 17        |
| 3.1.3 Sistema de Abastecimento de Água .....  | 18        |
| 3.1.4 Sistema de Esgotamento Sanitário .....  | 20        |
| 3.1.5 Plano Municipal de Saneamento Básico .....                                      | 21        |
| 3.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....  | 22        |
| 3.2.1 Geoprocessamento.....   | 23        |
| <b>4 METODOLOGIA.....</b>   | <b>25</b> |
| 4.1 ÁREA DE ESTUDO .....  | 26        |
| 4.2 SELEÇÃO DE INDICADORES E AQUISIÇÃO DOS DADOS.....                                 | 27        |
| 4.3 ANÁLISE DOS INDICADORES .....   | 28        |
| 4.4 TRATAMENTO DOS DADOS EM SIG .....   | 30        |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>  | <b>32</b> |
| 5.1 ANÁLISE SOCIOECONÔMICA.....   | 32        |
| 5.2 ANÁLISE DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DA DESTINAÇÃO DO ESGOTO ..                     | 34        |
| <b>6 CONCLUSÃO.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>41</b> |
| <b>APÊNDICE A – PLANILHA DE PROCESSAMENTO INICIAL DOS INDICADORES</b><br><b>.....</b> | <b>44</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

Ter um meio ambiente ecologicamente equilibrado na zona urbana de uma cidade demanda diversos fatores, entretanto, independente da complexidade ou facilidade de cumprilos, é um direito de todos viver nesse ambiente. Sendo este um bem comum a todos e essencial para uma qualidade de vida saudável, segundo o artigo 225 da Constituição Federal, é dever do Poder Público e da população defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

O saneamento básico é um sistema indispensável à qualidade de vida da humanidade (LAZARETTI, 2012). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o objetivo desse sistema não é apenas a prevenção de doenças, mas ir além, sendo responsável pelo controle dos fatores do meio físico do homem, que prejudiquem ou possam prejudicar o bem estar físico, mental ou social da população.

No Brasil, o saneamento básico é definido pela Lei 11.445/2007, também conhecida como Lei do Saneamento Básico, como sendo o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais do abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejos de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais. Embora se use esses quatro eixos para definir o saneamento ambiental, é comum que ele seja visto como sendo os serviços de distribuição e acesso à água e coleta e tratamento de esgoto (TRATA BRASIL, 2007).

O crescimento dos centros urbanos, associado ao aumento da população, resulta numa necessária expansão do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), a fim de contemplar toda a comunidade com esses serviços básicos (CORDÃO; RUFINO e ARAÚJO, 2013). A universalidade desses sistemas é resguardada também pela Lei do Saneamento Básico, porém, para garantir esse contínuo avanço faz-se necessário um planejamento que resulte em soluções eficazes, e para validar esse planejamento a mesma lei estabelece, como condição necessária, a existência de um plano de saneamento básico.

O Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) deve ser elaborado pela União a fim de orientar as ações e investimentos do Governo Federal, sendo que esses investimentos serão direcionados às ações municipais mediante a apresentação do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), documento que deverá reger o planejamento para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico (Lei 11.445/2007).

O PMSB do município de Cajazeiras, no estado da Paraíba, foi instituído no dia 20 de novembro de 2019 pela Lei Municipal de nº 2.856, e tem como principal objetivo estabelecer ações para a universalização do saneamento básico, mediante a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios pertencentes ao município.

Dentre os princípios fundamentais para o estabelecimento do PMSB de Cajazeiras está a utilização de tecnologias apropriadas, pois não se pode ignorar a complexidade dos sistemas envolvidos, sendo assim, a tomada de decisão com o auxílio de ferramentas que possibilitem uma melhor visualização do problema é essencial (Lei 2.856/2019).

O geoprocessamento é uma ferramenta que permite trabalhar com informações sobre o saneamento básico de diversas regiões, de maneira simples e eficiente, economizando recursos, tempo e permitindo maior precisão na tomada de decisões (AMARAL et al, 2009).

Por essa razão, esse trabalho buscou analisar o acesso ao SAA e SES na cidade de Cajazeiras – PB, utilizando geoprocessamento, a fim de apresentar um diagnóstico espacializado desses sistemas, com base nos dados do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar de forma espacializada o diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água e do Sistema de Esgotamento Sanitário, em nível de setores censitários, da cidade de Cajazeiras - PB.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre Saneamento Básico, SAA, SES, PMSB, Sistemas de Informação Geográfica e Geoprocessamento;
- Delimitar e caracterizar a área de estudo: Cajazeiras – PB;
- Reunir dados, por setores censitários, dos indicadores de renda, responsáveis alfabetizados, SAA e SES, da cidade de Cajazeiras;
- Desenvolver e analisar mapas temáticos do SAA, SES, da renda *per capita* e da distribuição dos responsáveis alfabetizados, utilizando *software* SIG;



### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Para dar início ao estudo buscou-se pesquisar sobre o desenvolvimento do saneamento básico ao longo da história, identificando os marcos desse sistema e como cada época contribuiu para o quadro atual. Após o histórico, o estudo sobre o saneamento básico prosseguiu, a fim de aprofundar o tema e conhecer suas composições.

Em seguida a pesquisa se deteve aos dois eixos de interesse, SAA e SES, para que fosse possível identificar o meio em que a cidade de Cajazeiras está inserida. Também foi analisado o PMSB, no intuito de detalhar mais o que compete ao plano e como se desenvolveu o do município em questão.

A forma escolhida para tratar as informações coletadas sobre o saneamento de Cajazeiras foi utilizando os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), mais especificamente o geoprocessamento. Assim, conhecer esses sistemas a fim de encontrar a melhor forma de utilizá-los foi a dedicação seguinte, aproximando a ideia inicial da execução final.

#### 3.1 SANEAMENTO BÁSICO

##### 3.1.1 Histórico

O avanço do saneamento básico sempre esteve relacionado à evolução das civilizações, às vezes regredindo, outras progredindo, mas dependendo continuamente do aparecimento de determinados povos, permitindo concluir que, as culturas mais antigas expuseram a importância do saneamento e seu mérito para a promoção do bem-estar humano (SANTOS; RIBEIRO, 2017).

Na Idade Moderna, com a formação dos Estados Nacionais, houve um grande impulso para o desenvolvimento das ciências naturais e a criação de escolas, assim obteve-se o fortalecimento do conhecimento sobre a relação entre saúde e saneamento, provocando o desenvolvimento científico da saúde pública (BRASIL, 2011).

Devido aos investimentos isolados, em períodos determinados na área do saneamento básico, que ocorreram da metade do século XX até o seu final, o Brasil traz marcas de desigualdade e prejuízo no acesso a esse sistema, principalmente na coleta e tratamento de esgoto (LEONETI *et al*, 2011). Tornando-o, atualmente, o setor que recebe mais atenção governamental e investimentos.

Com o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) foram criadas as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), tornando-se responsável por grande parte do avanço do saneamento no Brasil, porém, no final dos anos 1980, esse plano foi encerrado (MADEIRA, 2010). Após anos de discussão sobre a normatização do saneamento no país, a Lei 11.445 foi homologada em 2007, suprimindo o vazio deixado pelo encerramento do PLANASA, constituindo um marco regulatório para o setor (MADEIRA, 2010).

A Lei 11.445/2007, que traz as diretrizes nacionais para o saneamento básico, classifica-o como o conjunto dos serviços que abrangem abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, gestão de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais. Tal legislação defende, para cada um destes serviços, a infraestrutura e instalações operacionais adequadas, a fim de não prejudicar o meio ambiente e nem afetar a saúde pública. É a partir dessa lei que se tem início o PLANSAB e começa a ser obrigatório o PMSB.

### **3.1.2 Sistemas de Saneamento Básico**

A relação entre meio ambiente e homem, e a forma como se dá essa relação, influencia diretamente no nível de saúde da população, o que torna possível perceber que, promover a saúde vai além do cuidar apenas da saúde, mas passa pelo compromisso de zelar pelas melhores condições do meio ambiente (LAZZARETTI, 2012).

A prestação dos serviços de saneamento básico, garantindo a universalização e oferecendo um serviço com qualidade, é fundamental para a saúde e o bem estar social, além de serem pontos fundamentais para a preservação do meio ambiente (MADEIRA, 2010).

O saneamento é o conjunto de ações que buscam preservar ou modificar as condições do meio ambiente, visando prevenir a população de doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida e a produtividade do indivíduo, facilitando a atividade econômica (TRATA BRASIL, 2012).

Investir nesse setor é um passo certo para o desenvolvimento econômico e social do país, uma vez que os investimentos em saneamento possibilitam a geração de empregos, além de agregar valor a outras atividades, como por exemplo, o turismo e o setor imobiliário (MADEIRA, 2010).

O saneamento básico é formado por quatro eixos: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; drenagem urbana e gestão de resíduos sólidos. Cada eixo possui sua parcela de contribuição para a conservação do meio ambiente, como, por exemplo, o

esgotamento sanitário evita a contaminação dos rios, mares e outros mananciais, e a drenagem da água das chuvas protege contra as enchentes e conserva as águas subterrâneas (RIBEIRO; ROOKE, 2010).

O déficit nos serviços de saneamento básico é um forte influenciador no surgimento e na propagação de diversas doenças, principalmente advindas de água contaminada (LISBOA; HELLER; SILVEIRA, 2013). O Painel Saneamento Brasil apresenta um resumo das consequências da falta de saneamento, com base nos órgãos nacionais responsáveis, e, segundo o DATASUS de 2017, 110 pessoas foram internadas e 8 vieram a óbito devido a doenças por veiculação hídrica.

Assim, a universalização do abastecimento de água na zona urbana é essencial, pelo princípio fundamental do sistema que é fornecer água potável para a população. Vale ressaltar também que a ausência do esgotamento sanitário age diretamente na contaminação do solo e dos corpos hídricos, contribuindo para a tais registros (BERNHARDT, OLIVEIRA e BRAGA, 2008).

### **3.1.3 Sistema de Abastecimento de Água**

O Sistema de Abastecimento de Água é o conjunto de equipamentos, serviços e obras que tem a finalidade de prover para uma comunidade o abastecimento de água potável, para fins de consumo dos mais diversos tipos, como domésticos, industriais, serviços públicos, sendo que essa água deverá ser fornecida em quantidade suficiente e da melhor qualidade, do ponto de vista químico, físico e bacteriológico (NETTO, 1998).

É essencial que se tenha conhecimento sobre a importância sanitária do abastecimento de água. Os sistemas de abastecimento de água intermitentes, como cisternas e poços, por exemplo, são abastecidos pela água da chuva e não possuem tratamento, o que colabora para a ausência de potabilidade, além do risco de contaminação química ser maior em zonas urbanas devido às áreas de grande tráfego. Vale ressaltar ainda que a composição da água da chuva varia de acordo com as condições meteorológicas, presença de vegetação, localização geográfica, carga de poluição, enfim, vários fatores que contribuem para que a água não obedeça os padrões de potabilidade (LUNA et al, 2011).

Segundo o Instituto Trata Brasil (2012) o SAA é dividido em sete partes:

1. Manancial
2. Captação

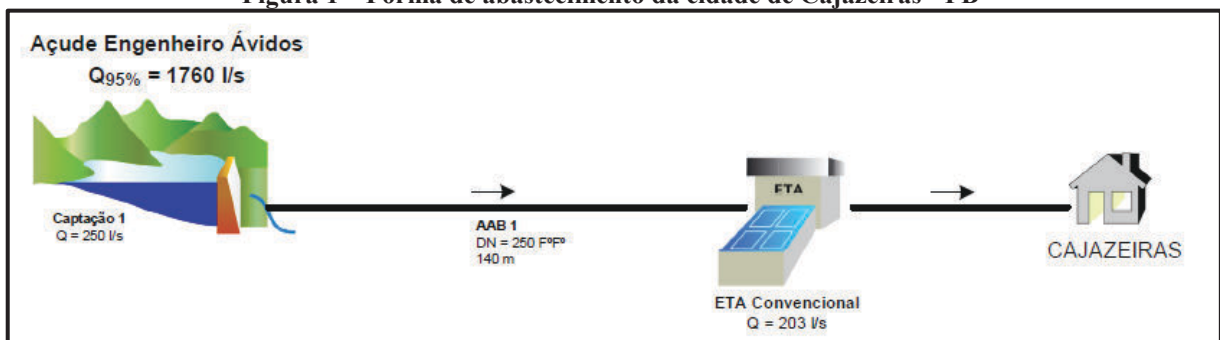
3. Adução
4. Tratamento
5. Reservação
6. Reservatório de água tratada de jusante
7. Distribuição

Apesar de ser um sistema antigo, é necessário manter um monitoramento, visto que ainda enfrenta muitos desafios, como: garantir a potabilidade da água distribuída; reduzir as perdas ao longo do sistema, ciente de que, em alguns lugares, se perdem até 60% de água tratada; e o principal que é a universalização do sistema, pois boa parte da população mundial ainda não é contemplada por esse serviço (KOBIYAMA; MOTA e CORSEUIL, 2008).

De acordo com a Companhia de Desenvolvimento de Nova Odessa (CODEN), esse sistema constitui o melhor investimento em benefício da saúde pública, uma vez que a implantação ou melhoria do SAA resulta no progresso, não só da saúde por reduzir as doenças relacionadas à água, mas permite também o avanço direto da qualidade de vida de uma comunidade.

O abastecimento de água, em síntese, consiste em tratar a água de uma fonte bruta tornando-a potável, para que possa ser distribuída sem interrupções para a população e com o mínimo possível de perdas (KOBIYAMA; MOTA e CORSEUIL, 2008). Essa água bruta pode vir de um manancial subterrâneo ou, como é o caso de Cajazeiras, vir de um manancial superficial, esquema representado na Figura 1.

**Figura 1 – Forma de abastecimento da cidade de Cajazeiras - PB**



**Fonte: CAGEPA, 2009**

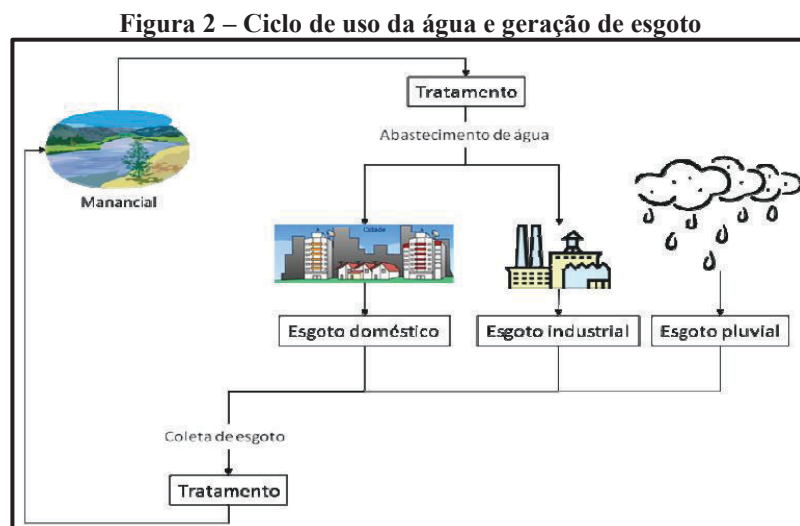
O município de Cajazeiras, localizado no alto sertão paraibano, está inserido no ecossistema da caatinga, o qual se caracteriza pela distribuição irregular de chuvas e alta temperatura média anual, por essa razão, é necessária uma maior dedicação no cuidado do manancial, dado que a reposição da água é inconstante (SANTOS, 2017).

### 3.1.4 Sistema de Esgotamento Sanitário

O Sistema de Esgotamento Sanitário é o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final dos efluentes, garantindo o afastamento entre a população e o esgoto, bem como a conservação do meio ambiente (BRASIL, 2011).

O esgoto é gerado a partir da água que foi utilizada e pode ser classificado em doméstico, industrial e pluvial. O esgoto doméstico é proveniente do uso da água nas residências, seja com higiene pessoal, preparação de alimentos ou limpeza em geral, já o esgoto industrial é aquele gerado pelos processos produtivos das indústrias, e o esgoto pluvial origina-se da água da chuva que de certo modo limpa a cidade, percorrendo telhados, calçadas e ruas, possuindo alta carga poluente e sendo impossível de ser tratado na maioria dos casos (KOBİYAMA; MOTA e CORSEUIL, 2008).

O SES tem como objetivos principais: coletar os esgotos individualmente ou coletivamente; tratar e oferecer disposição sanitária dos efluentes; eliminar a contaminação do solo; preservar os mananciais; reduzir a incidência de doenças relacionadas a água contaminada, entre outros (COSTA, 2010). É importante lembrar que a conservação dos recursos hídricos permite que as águas servidas, após receberem o tratamento adequado, podem ser reutilizadas para o abastecimento de água, como esquematizado na Figura 2.



Fonte: KOBİYAMA; MOTA e CORSEUIL, 2008

O SES pode ser classificado em três tipos: sistema unitário, sistema misto ou sistema separador. O sistema unitário recebe em um mesmo coletor todos os esgotos produzidos, sejam eles de origem pluvial, doméstica ou industrial. O sistema misto recebe o esgoto

sanitário e parte das águas pluviais. O sistema separador recebe em um coletor os esgotos domésticos e industriais e em outro o esgoto pluvial, esse sistema é o mais comum no Brasil, por ter um custo menor de implantação, tendo em vista que as águas pluviais não são tão prejudiciais quanto o esgoto doméstico (TRATA BRASIL, 2012).

As etapas mais comuns de tratamento de esgoto, segundo a BRK Ambiental, são:

1. Gradeamento;
2. Desarenação;
3. Tratamento biológico;
4. Decantação;
5. Descarte;

É de suma importância o cumprimento de cada etapa, para que assim possa ser garantido que o descarte não prejudique a natureza e conseqüentemente não afete a saúde da população. São inúmeras as doenças que podem acometer a comunidade que não possui esgotamento sanitário: cólera, febre tifoide, hepatite, diarreia, dengue, malária, escabiose, esquistossomose, dentre outras (TRATA BRASIL, 2012).

Atualmente, o esgotamento sanitário não é um sistema ofertado a toda população de Cajazeiras. Segundo a CAGEPA, a dificuldade no avanço desse sistema é devido ao solo da cidade, por ser um solo cristalino superficial, deparando-se com o obstáculo do custo elevado para a execução do serviço, o que força a população a buscar alternativas para a disposição do esgoto gerado.

### **3.1.5 Plano Municipal de Saneamento Básico**

De acordo com Moreira (1996), o fornecimento dos serviços de saneamento básico sempre esteve a cargo da administração municipal, inclusive antes da Constituição Federal de 1988 reafirmar essa responsabilidade, e, segundo o Ministério das Cidades (2011) não houveram modificações desde então, sustentando o município como protagonista principal dos desafios da nova fase que o saneamento básico nacional está inserido.

A criação de planos de saneamento básico é necessária para o fornecimento dos serviços públicos de saneamento (BRASIL, 2007). O PMSB tem como objetivo realizar o levantamento do atual diagnóstico desse setor, observando sua funcionalidade, necessidades e deficiências, para que seja possível organizar objetivos e metas de curto, médio e longo prazo

para estabelecer e propagar o acesso aos serviços pela população (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2009).

O PMSB contempla os quatro serviços básicos do saneamento e é obrigatório a todos os municípios, devendo levar em conta os princípios da universalização do acesso aos sistemas de saneamento, a integralidade das ações e ainda garantir o igual nível de qualidade de cada serviço para toda a população (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2011). De acordo com o Decreto nº 9.254/2017, que estabelece prazo até dezembro de 2022 para os municípios elaborarem seus planos de saneamento, este documento será necessário para a obtenção de recursos orçamentários da União para este setor.

A Prefeitura de Cajazeiras iniciou oficialmente os trabalhos de elaboração do PMSB do município no dia 02 de abril de 2019, contratando a Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia (SCIENTEC) para ficar a frente do planejamento. No dia 31 de julho do mesmo ano, a SCIENTEC apresentou, em assembleia pública promovida pela Secretaria de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente, o diagnóstico do saneamento básico da cidade.

No dia 20 de novembro de 2019 foram homologadas duas leis municipais. A Lei 2.855 autoriza o governo municipal a celebrar convênio de cooperação com o estado da Paraíba, a fim de estabelecer organização, regulação, fiscalização e prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. E a Lei 2.856 que institui o Plano Municipal de Saneamento Básico.

### 3.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG ou GIS) são tecnologias de geoprocessamento que trabalham com informações geográficas na forma de dados geográficos, ou seja, a tecnologia SIG armazena as informações em um banco de dados tornando possível de serem analisadas de outras formas, que facilitem a tomada de decisões, uma vez que essas informações podem ser extraídas desse banco de dados onde raramente poderiam ser obtidas analisando somente a parte gráfica do mapa (GOMES; AGUIAR e FERREIRA, 2005).

Além do fornecimento da informação, a tecnologia SIG também disponibiliza ferramentas para sua análise, o que possibilita a busca por explicações das necessidades no mundo real. A principal diferença entre um SIG e um Sistema de Informação (SI) tradicional,

é a componente espacial que é inserida, ou seja, é possível analisar as informações em algum lugar no espaço, onde elas realmente estão (OLIVEIRA, 2009).

As características do SIG são: coletar e processar dados espaciais, obtidos de fontes diversas, como por exemplo, GPS, mapas existentes, fotogrametria, sensoriamento remoto e outros; armazenar, recuperar, atualizar e corrigir os dados processados de maneira dinâmica e eficiente; permitir a manipulação dos dados, tornando possível executar diversas tarefas, como por exemplo, alterar a forma dos dados utilizando regras de agregação definidas pelo usuário.

Os Sistemas de Informações Geográficas, aplicados ao saneamento, podem auxiliar na gestão do esgotamento sanitário, abastecimento de água, drenagem urbana e de resíduos sólidos, contribuindo também para o planejamento de ações porventura necessárias (AMARAL et al, 2009).

### **3.2.1 Geoprocessamento**

O geoprocessamento é uma tecnologia que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para processar informações geográficas (CÂMARA; DAVIS, 2001). A principal ferramenta dessa tecnologia é o SIG, que integra todos os tipos de informações e aplicações com componentes geográficos, gerando assim um sistema mais fácil e amigável de ser gerenciado (OLIVEIRA, 2009).

Para desfrutar da tecnologia SIG, utilizando geoprocessamento, é necessária a aquisição de dados e para tal devem-se esclarecer os parâmetros, indicadores e variáveis que se deseja analisar, para que o projeto seja implementado, permitindo assim que as informações obtidas possam ser utilizadas no planejamento e desenvolvimento do mesmo (OLIVEIRA, 2009).

Para que o projeto reflita um espaço pertencente ao planeta é necessário referenciá-lo para este fim. Em geoprocessamento chama-se Sistema de Referência de Coordenadas (SRC), importante configuração que representa o fiel posicionamento dos mapas gerados e em que estão sendo referenciados (SILVA; MONTEIRO E PAMBOUKIAN, 2014).

O geoprocessamento tem sido muito utilizado por órgãos governamentais, empresas privadas e também órgãos não governamentais, tendo como objetivo principal integrar dados espaciais e não espaciais em projetos e estudos relacionados ao meio ambiente (HAMADA; GONÇALVES, 2007).



Segundo Cordovez (2002), quase todas as áreas de atuação municipal podem desfrutar do geoprocessamento, como um aliado importante, no levantamento de dados, diagnóstico do problema, tomada de decisão, planejamento, projeto, execução das ações e medição dos resultados. Assim, conhecer onde os problemas ocorrem e conseguir visualizá-los, espacialmente, simplifica o entendimento e mostra as possíveis soluções.

Por fim, confirmou-se que a busca pela modernização administrativa enfatiza a utilização do geoprocessamento como ferramenta para a gestão pública, despertando nas autoridades e órgãos competentes os benefícios dessa tecnologia que representa, adequadamente, o conjunto de informações necessárias à tomada de decisões em assuntos relacionados com a distribuição de água e coleta de esgotos (OLIVEIRA, 2009).

## 4 METODOLOGIA

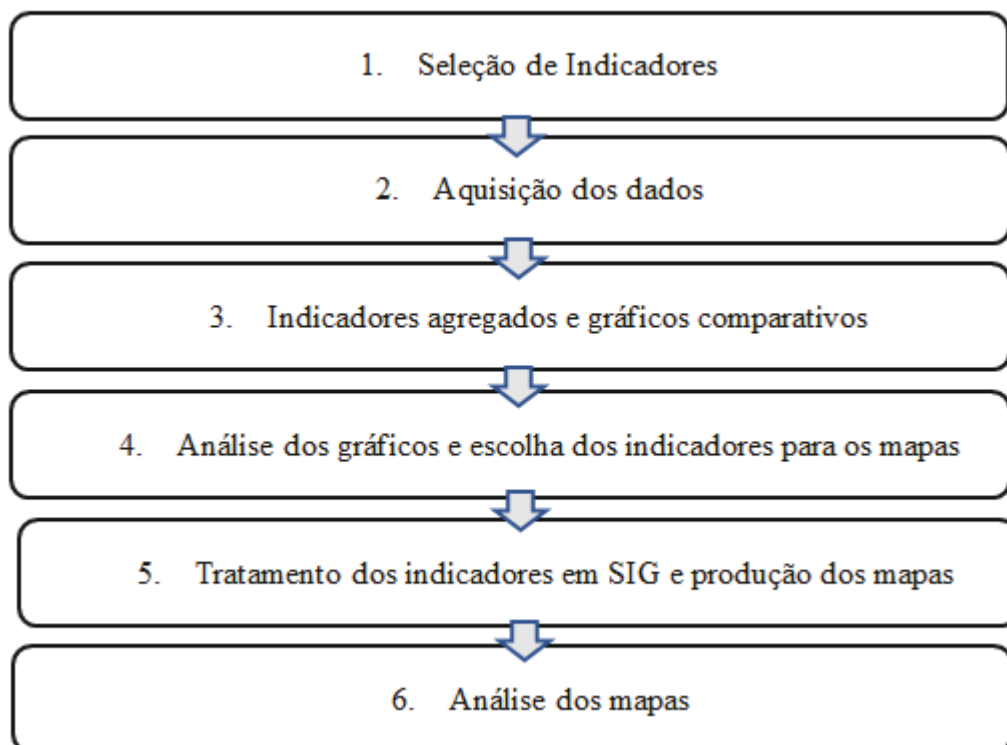
Estudar temas específicos utilizando mapas tem sua importância, pois permite enxergar a integralidade do assunto, principalmente tratando-se de saneamento, onde é preciso retirar a ideia de setorização, uma vez que visualizar o específico impede a visão do todo (AMARAL et al, 2009).

Para este trabalho dedicou-se inicialmente à revisão bibliográfica, fase essencial para domínio dos assuntos sobre abastecimento de água, esgotamento sanitário, saneamento básico, a legislação que rege os planos de ação desses setores, bem como para a fundamentação e construção de ideias na utilização do geoprocessamento nessa área.

Também foi realizada a identificação e caracterização da área de estudo, com informações básicas de extensão, relevo, localização e quantidade de habitantes, destacando o percentual da zona urbana.

O desenvolvimento da pesquisa seguiu conforme as etapas apresentadas no fluxograma da Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma de atividades



Fonte: Própria do autor

Selecionar os indicadores que seriam utilizados na pesquisa foi um processo necessário, tendo em vista que não se pode trabalhar com dados aleatórios ou muito

abrangentes, a fim de resguardar o foco e o objetivo que se deseja alcançar, principalmente tratando-se da base de dados do IBGE, que contempla informações de várias categorias e muitas subdivisões.

Após a seleção dos indicadores, foram obtidos os dados tabelados que a plataforma do IBGE disponibiliza. Reunidos esses dados, o passo seguinte foi realizar filtros que pudessem segregar as áreas de interesse da pesquisa, em seguida agruparam-se os dados afins em gráficos, gerando os conjuntos de informações prontas para a análise.

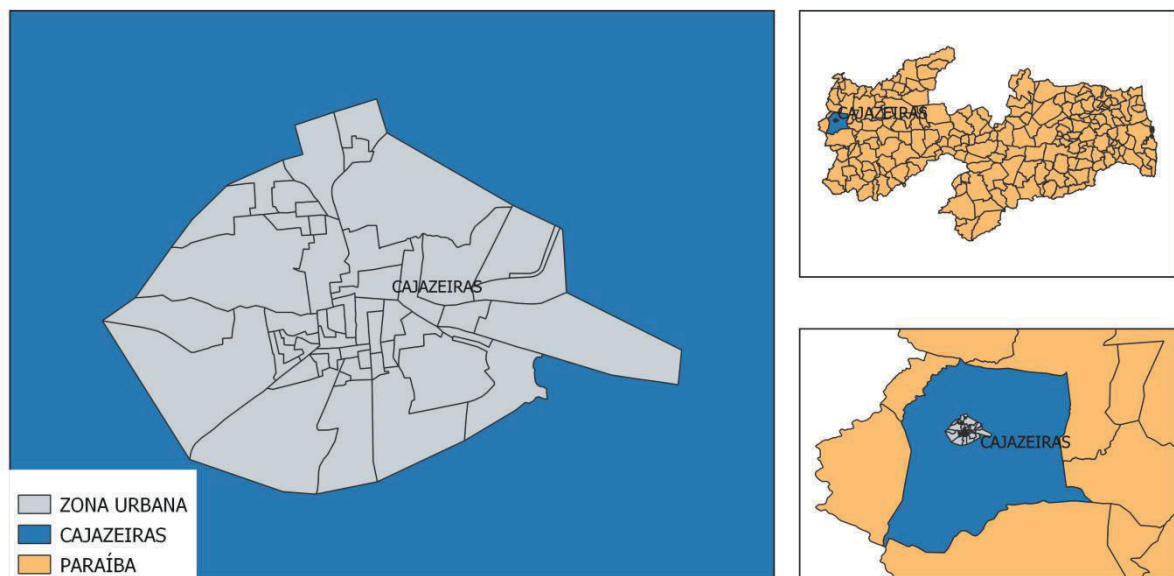
Seguindo a análise dos gráficos, foram escolhidos os conjuntos de dados que seriam espacializados, gerando os mapas das informações em destaque e que iriam gerar a discussão mais relevante.

#### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Cajazeiras, pertencente à Mesorregião do Sertão Paraibano, possui área da unidade territorial de 565,899 km<sup>2</sup> e apresenta um relevo acidentado, ou seja, com áreas planas, outras elevadas (NETO, 2015).

De acordo com o censo do IBGE de 2010, a população era de 58.446 habitantes, onde 81,27% do total residia na zona urbana. A estimativa da população no ano de 2019 era de 61.993 habitantes, assim é classificado como o sétimo maior município em população da Paraíba.

**Figura 4 – Identificação da área de estudo – Zona Urbana de Cajazeiras (PB)**



**Fonte: Própria do autor**

Sobre o abastecimento atual do município de Cajazeiras, o mesmo se dá por duas adutoras, sendo estas nos açudes Engenheiro Ávidos e Lagoa do Arroz. Ambos os mananciais, segundo a Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (AESAs), estão em estado de observação, por estar sendo registrado um volume abaixo de 20% da capacidade atual, onde o Açude Engenheiro Ávidos registra 14,81% e a Lagoa do Arroz 8,80%.

A Lagoa do Arroz possui capacidade de captação de 80 l/s, porém estão sendo tratados apenas na faixa de 30 l/s a 35 l/s, esse açude é responsável por atender a Zona Norte e parte da Zona Leste da cidade. O açude Engenheiro Ávidos possui capacidade de captação de 200 l/s, porém a outorga da Agência Nacional de Águas (ANA) é de apenas 120 l/s, abastecendo o Centro, a Zona Sul e a Zona Oeste da cidade.

#### 4.2 SELEÇÃO DE INDICADORES E AQUISIÇÃO DOS DADOS

A fonte dos dados de uma pesquisa é tão importante quanto os resultados obtidos nela. É preciso buscar bases confiáveis para as informações que serão utilizadas, sem deixar de lado a praticidade do acesso a elas, que muitas vezes pode comprometer o andamento do estudo ou a veracidade das informações geradas. Por essa razão, os principais dados utilizados nessa pesquisa pertencem ao IBGE, por ser um órgão confiável, de publicação transparente e de fácil acesso.

O arquivo Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário, publicado pelo IBGE em 2011, possibilita a análise de todos os indicadores gerados pela pesquisa e, a partir disso, filtrar os dados, selecionando os indicadores que se enquadravam no estudo.

As informações geográficas necessárias para os procedimentos iniciais, como análise do estado e delimitação do município, são disponibilizadas no site do IBGE. O *download* foi realizado após alguns filtros, para que o pacote de informações fosse o mais específico possível, agilizando o desenvolvimento da pesquisa. As planilhas eletrônicas, portadoras dos dados do levantamento do IBGE e necessárias para a confecção dos mapas, também foram obtidas no mesmo endereço eletrônico, otimizando consideravelmente o processamento das informações.

O primeiro filtro realizado nos dados obtidos foi quanto à região que seria analisada, em seguida os domicílios que participariam da pesquisa, resguardando uma análise mais

específica da zona urbana de Cajazeiras, e após a seleção, através da plataforma do IBGE, foram obtidas planilhas eletrônicas com as informações dos domicílios, bem como as formas de abastecimento de água e a destinação do esgoto da cidade de Cajazeiras.

A unidade de análise utilizada foi o setor censitário, que é a menor unidade territorial de área contínua, integralmente inclusa em área urbana ou rural, e que possui extensão adequada à operação de pesquisas (IBGE, 2010). Outro fator que contribuiu para essa escolha foi o fato de que todas as informações disponibilizadas pelo IBGE respeitam essa delimitação, sendo assim, não se pode alterar os dados coletados, uma vez que estes perdem a validade caso haja alteração das zonas censitárias, pois são diretamente associados a poligonal as quais pertencem.

Foram obtidas, na Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), informações mais atualizadas sobre a rede geral de abastecimento de água e sobre o esgotamento sanitário, correspondente à rede atual, as dificuldades encontradas para a universalização do serviço e as alternativas utilizadas pela população que não estão contempladas com os sistemas.

#### 4.3 ANÁLISE DOS INDICADORES

A escolha dos indicadores possibilitou agrupar os dados de acordo com sua classificação e relevância para a pesquisa, garantindo a melhor forma da leitura e entendimento dos mesmos. A escolha pela zona urbana teve como objetivo estudar o público maior do município atendido pela CAGEPA. A Tabela 1 traz o resumo dos indicadores selecionados para a pesquisa.

**Tabela 1 – Resumo dos indicadores selecionados**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>PLANILHA</b>           | <b>DESCRIÇÃO</b>                              | <b>FINALIDADE</b>     |
|---------------|---------------------------|---|-----------------------|
| <i>V002</i>   | <i>Domicilio01_UF.xls</i> | <i>Domicílios particulares permanentes</i>    | <i>Todos os mapas</i> |
| <i>V012</i>   | <i>Domicilio01_UF.xls</i> | <i>Domicílios abastecidos pela rede geral</i> | <i>Mapa do SAA</i>    |
| <i>V013</i>   | <i>Domicilio01_UF.xls</i> | <i>Domicílios abastecidos por cisternas</i>   | <i>Mapa do SAA</i>    |
| <i>V014</i>   | <i>Domicilio01_UF.xls</i> | <i>Domicílios abastecidos por poços</i>       | <i>Mapa do SAA</i>    |

|      |                              |   |   |
|------|------------------------------|---|---|
| V015 | <i>Domicilio01_UF.xls</i>    | <i>Domicílios abastecidos de outras formas</i>                            | <i>Mapa do SAA</i>                        |
| V017 | <i>Domicilio01_UF.xls</i>    | <i>Domicílios que possuem coleta pela rede geral de esgoto ou pluvial</i> | <i>Mapa do SES</i>                        |
| V018 | <i>Domicilio01_UF.xls</i>    | <i>Domicílios que possuem fossa séptica</i>                               | <i>Mapa do SES</i>                        |
| V019 | <i>Domicilio01_UF.xls</i>    | <i>Domicílios que possuem fossa rudimentar</i>                            | <i>Mapa do SES</i>                        |
| V020 | <i>Domicilio01_UF.xls</i>    | <i>Domicílios que lançam o esgoto em vala</i>                             | <i>Mapa do SES</i>                        |
| V021 | <i>Domicilio01_UF.xls</i>    | <i>Domicílios que lançam o esgoto em rio, lago ou mar</i>                 | <i>Mapa do SES</i>                        |
| V022 | <i>Domicilio01_UF.xls</i>    | <i>Domicílios que possuem o esgoto a céu aberto</i>                       | <i>Mapa do SES</i>                        |
| V003 | <i>DomicílioRenda_UF.xls</i> | <i>Renda média mensal por setor</i>                                       | <i>Mapa de Renda per capita</i>           |
| V003 | <i>Básico_UF.xls</i>         | <i>Número de moradores por domicílio</i>                                  | <i>Mapa de Renda per capita</i>           |
| V078 | <i>Pessoa01_UF.xls</i>       | <i>Domicílios com responsáveis alfabetizados</i>                          | <i>Mapa de responsáveis alfabetizados</i> |

Quanto aos domicílios, optou-se por analisar os domicílios particulares permanentes, arquivo *V002* da planilha *Domicilio01\_UF.xls*, que foram construídos para servir, exclusivamente, à habitação e, durante o levantamento, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas, diferente dos domicílios coletivos, que se caracterizam pelo fluxo temporário de pessoas, como hotéis, alojamentos, hospitais, entre outros (IBGE, 2010).

Os dados coletados foram processados, em parte, em software de tabulação, a tabela pode ser consultada no APÊNDICE A – PLANILHA DE PROCESSAMENTO INICIAL DOS INDICADORES, a fim de otimizar os filtros e uniões, bem como a visualização dos resultados. Os indicadores selecionados quanto às formas de abastecimento foram divididos em três grupos: Domicílios abastecidos pela rede geral, arquivo *V012* da planilha *Domicilio01\_UF.xls*; Domicílios abastecidos por cisternas ou poços, arquivos *V013* e *V014* da

planilha *Domicilio01\_UF.xls*; Domicílios abastecidos de outras formas, arquivo *V015* da planilha *Domicilio01\_UF.xls*. Os indicadores que tratavam da destinação das águas residuais foram divididos, semelhantemente, em três grupos: Domicílios onde a coleta é feita pela rede geral de esgoto ou pluvial, arquivo *V017* da planilha *Domicilio01\_UF.xls*; Domicílios onde se destina à fossa séptica, arquivo *V018* da planilha *Domicilio01\_UF.xls*; Domicílios com outros tipos de destinação do esgoto, arquivos *V019*, *V020*, *V021* e *V022* da planilha *Domicilio01\_UF.xls*. O grupo com outros tipos de destinação do esgoto abrange um percentual considerável e, devido a isso, dedicou-se uma atenção especial para analisar esse dado.

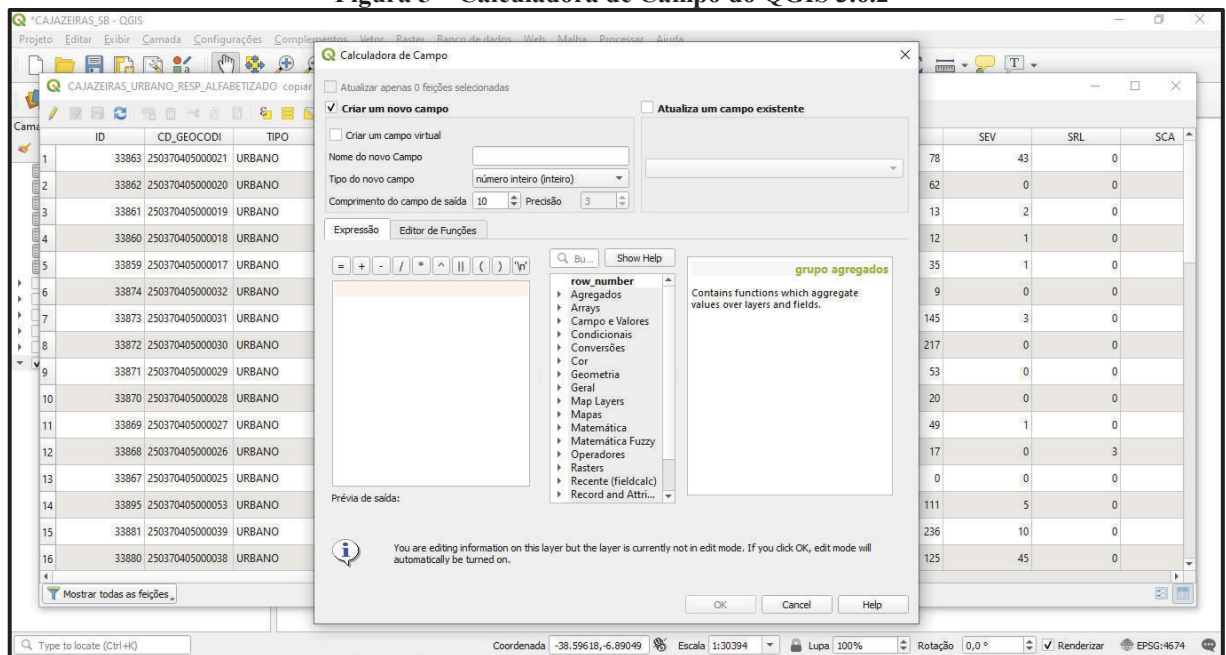
Além das informações sobre esses dois eixos do saneamento básico, foram selecionados também indicadores socioeconômicos sobre renda média mensal por setor, arquivo *V003* da planilha *DomicilioRenda\_UF.xls*, sobre a quantidade de moradores por domicílio *V003* da planilha *Básico\_UF.xls*, e sobre os domicílios que possuem seus responsáveis alfabetizados, arquivo *V078* da planilha *Pessoa01\_UF.xls*. Durante o diagnóstico, esses dados contribuem para a caracterização de cada setor.

#### 4.4 TRATAMENTO DOS DADOS EM SIG

Após a análise dos dados agrupados, a pesquisa deteve-se ao processamento das informações em destaque através da ferramenta SIG, utilizando o *software* QGIS 3.6.2, o que tornou possível a espacialização dos resultados do levantamento. As configurações básicas, na maioria dos casos, já vêm predefinidas nos arquivos de informações geográficas, não necessitando de maiores alterações.

Todos os dados que seriam espacializados foram, opcionalmente, inseridos no *software* em formato *.csv*, extensão que organiza o arquivo e possibilita a leitura em formato de tabela sem muitas alterações. Cada tabela anexada precisa ser unida à camada vetorial de interesse, desse modo, ela fará parte da Tabela de Atributos da camada, local que se inicia o processamento dos dados. A Tabela de Atributos permite realizar operações com seus dados, de acordo com a necessidade da pesquisa, assim, alguns dados foram agrupados, enquanto outros sofreram alterações simples, inseridos em fórmulas matemáticas básicas, para leitura em porcentagem. A Figura 5 mostra a opção *Calculadora de Campo*, presente na Tabela de Atributos, onde se podem realizar as operações que forem necessárias.

Figura 5 – Calculadora de Campo do QGIS 3.6.2



Fonte: QGIS

Os mapas temáticos que foram gerados apresentam: o percentual do alcance da rede geral de abastecimento de água; o percentual dos setores que não estavam contemplados pela coleta através da rede geral de esgoto ou pluvial; a forma predominante de coleta de esgoto; a renda per capita; e o percentual de responsáveis alfabetizados por domicílio.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos inicialmente foram sobre as características socioeconômicas de Cajazeiras, dados espacializados que permitiram visualizar a distribuição de renda *per capita* na cidade. Em seguida foram obtidas informações sobre a distribuição dos responsáveis alfabetizados, dado que pode indicar a influência da educação na renda familiar.

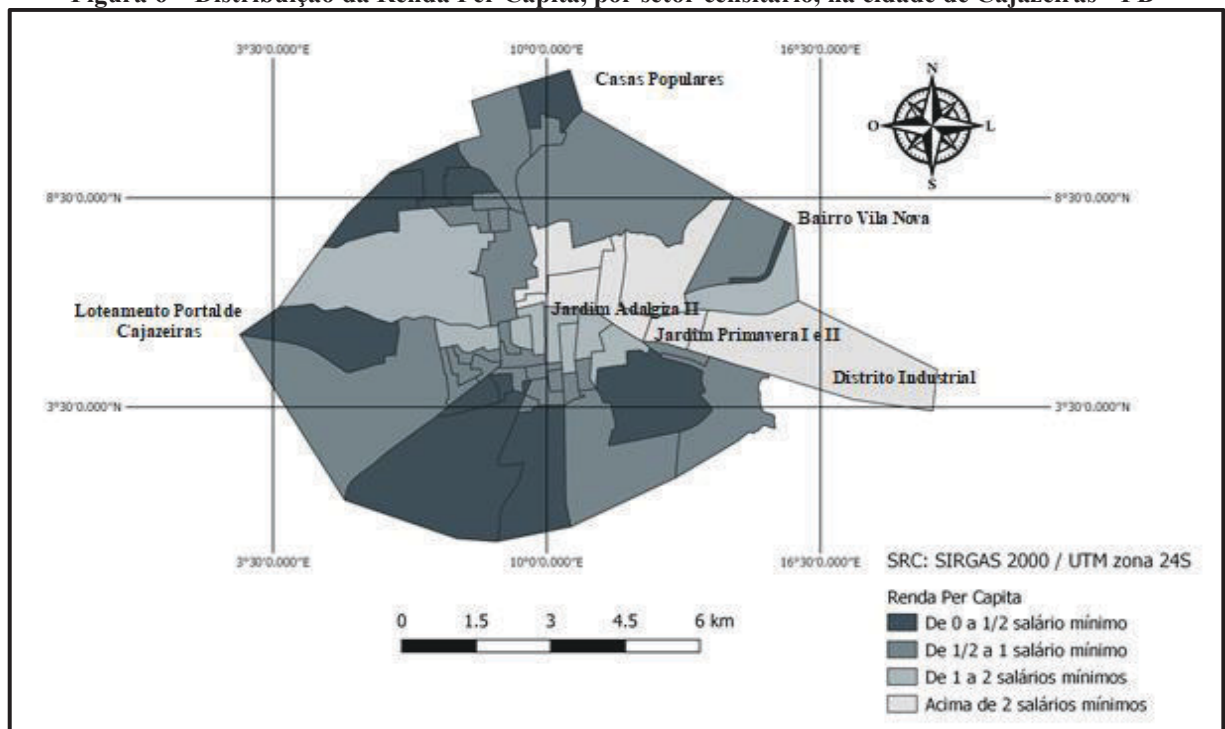
Após a análise socioeconômica foram gerados os gráficos comparativos, da distribuição do acesso aos sistemas de abastecimento de água e ao esgotamento sanitário, e deles foram selecionados os indicadores para a confecção dos mapas, espacializando as informações que se destacaram inicialmente.

### 5.1 ANÁLISE SOCIOECONÔMICA

Para a análise socioeconômica de Cajazeiras foram utilizados dois indicadores, renda e responsáveis alfabetizados. Esses indicadores foram selecionados no intuito de contribuir na caracterização dos setores censitários em destaque, aqueles que serão analisados quanto o abastecimento de água e o esgotamento sanitário.

A Figura 6 traz o mapa da renda per capita, índice que permite avaliar a economia da cidade e visualizar a concentração de capital. As classes de análise da renda *per capita* foram agregadas em quatro grupos: de 0 a  $\frac{1}{2}$  salário mínimo, de  $\frac{1}{2}$  a 1 salário mínimo, de 1 a 2 salários mínimos e acima de 2 salários mínimos.

Figura 6 – Distribuição da Renda Per Capita, por setor censitário, na cidade de Cajazeiras - PB

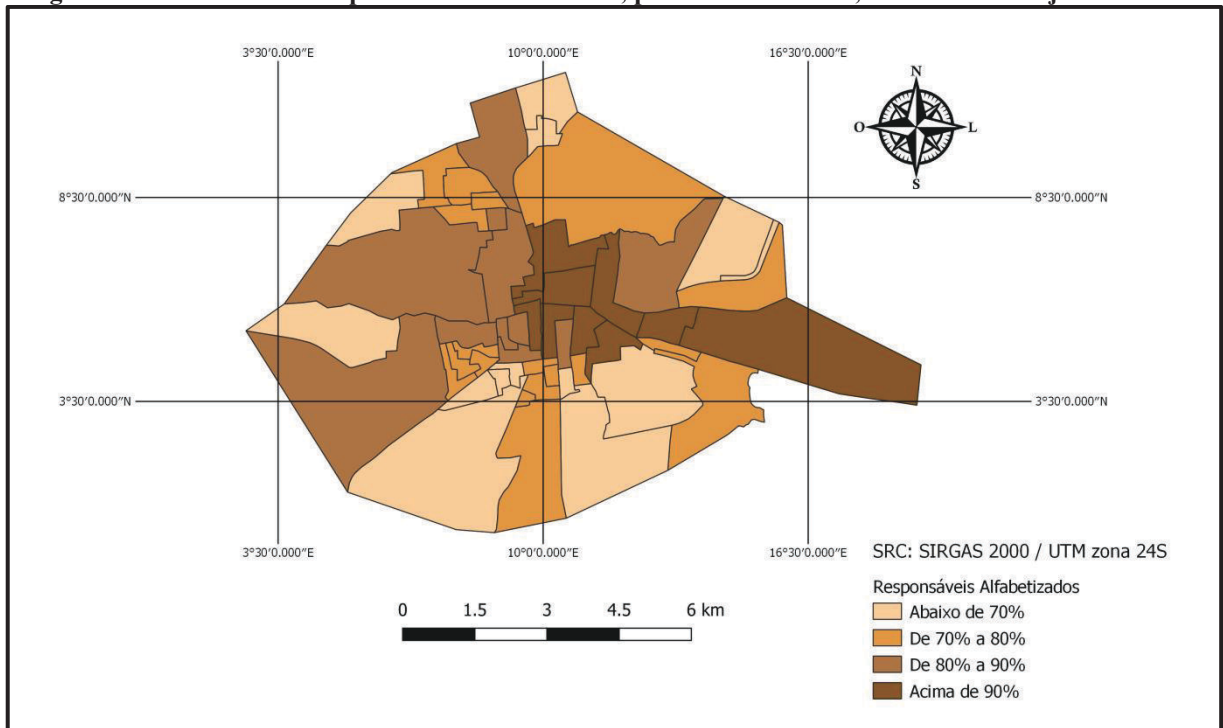


Fonte: Própria do autor

A concentração de capital encontra-se nos bairros nobres da cidade, como o Jardim Adalgiza II, Jardim Primavera I e II, Distrito Industrial, Jardim Oásis I, bem como alguns que pertencem ao centro da cidade. Já os bairros mais pobres identificados com a renda *per capita* de 0 a 1/2 salário mínimo são os que compreendem as casas populares, parte do Loteamento Portal de Cajazeiras e o bairro Vila Nova.

O mapa da Figura 7 traz a representação de uma sucinta análise da educação da cidade, apresentando a porcentagem dos responsáveis, por domicílio, que são alfabetizados.

**Figura 7 - Percentual de Responsáveis Alfabetizados, por setor censitário, na cidade de Cajazeiras - PB**



**Fonte: Própria do autor**

O índice de responsáveis alfabetizados é satisfatório, observando-se que acima de 90% dos registros concentram-se nos bairros mais nobres da cidade, e o percentual registrado abaixo de 70% está distribuído em setores pontuais pertencentes às periferias de Cajazeiras.

## 5.2 ANÁLISE DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA E DA DESTINAÇÃO DO ESGOTO

Os indicadores agrupados originaram gráficos, que, segundo Silva (2020), são ferramentas de representação geométrica e comparação de resultados, bastante utilizada para expressar visualmente os dados analisados.

A Figura 8 mostra o gráfico que compara as formas de abastecimento de água na cidade de Cajazeiras. Observa-se que a predominância é o abastecimento através da rede geral, indicador favorável para a população e para o meio ambiente. O percentual que indica abastecimento através de cisternas ou poços resulta da soma desses dois indicadores, unidos devido ao processo semelhante de armazenamento. Outras formas de abastecimentos não são descritas na fonte dos dados.

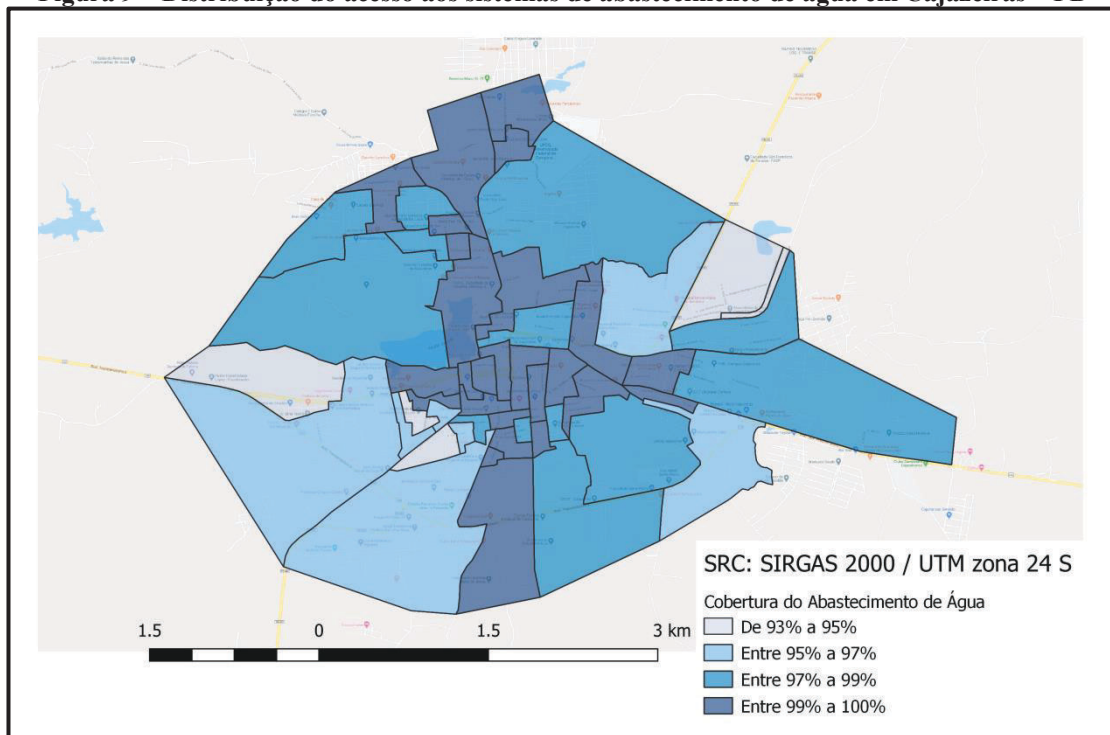
**Figura 8 – Situação do Abastecimento de Água em Cajazeiras (2010)**



**Fonte: IBGE (2010)**

No gráfico comparativo sobre as formas de abastecimento de água destaca-se o abastecimento através da rede geral, com um percentual de 98,3%. Nota-se que o sistema de abastecimento de água, através da rede geral, era quase universal da cidade de Cajazeiras, para o levantamento do censo de 2010. O que ainda pode-se perceber são os sistemas individuais de abastecimentos, onde a cultura da população acaba por recorrer a eles, como os poços e as cisternas, sendo que tais soluções não são indicadas para centros urbanos por estarem expostas a altos níveis de contaminação (TRATA BRASIL, 2012). A Figura 9 apresenta o mapa de distribuição ao acesso a rede geral de abastecimento, nos setores censitários. As classes de análise da cobertura do sistema foram divididas em quatro: de 93% a 95%, entre 95% e 97%, entre 97% e 99% e entre 99% e 100%. Intervalos próximos, visto que no ano de 2010 o alcance da rede geral já estava bastante avançado.

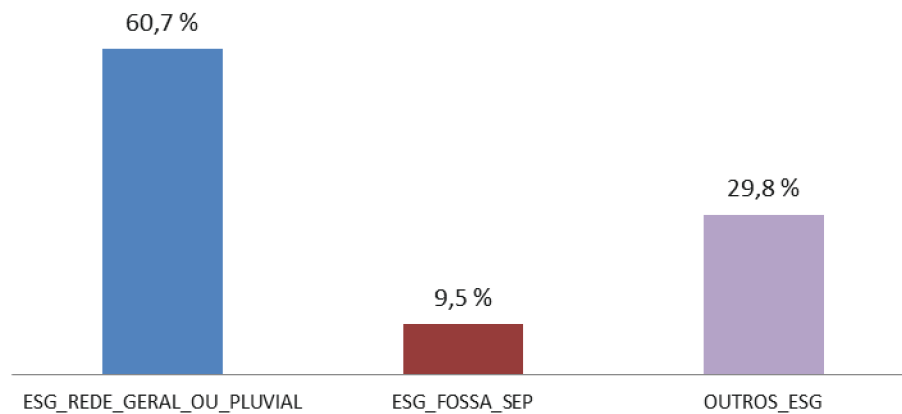
**Figura 9 – Distribuição do acesso aos sistemas de abastecimento de água em Cajazeiras – PB**



**Fonte: Própria do autor**

As informações da CAGEPA asseguram que, atualmente, o sistema através da rede geral de abastecimento abrange 100% da cidade e que já está apto a suprir as extensões previstas no desenvolvimento urbano.

A Figura 10 mostra o gráfico que compara as formas de coleta de esgoto na cidade de Cajazeiras. É possível perceber que a coleta através da rede geral ou pluvial se sobressai às outras, porém a porcentagem ainda é baixa, visto a importância desse sistema para a qualidade de vida humana e ambiental. Fossa séptica é considerada como uma forma de tratamento de esgoto, porém os registros são pequenos quando comparado a outras formas de destinação. Essas outras formas incluem fossa rudimentar, vala, rios e lagos e também esgoto a céu aberto.

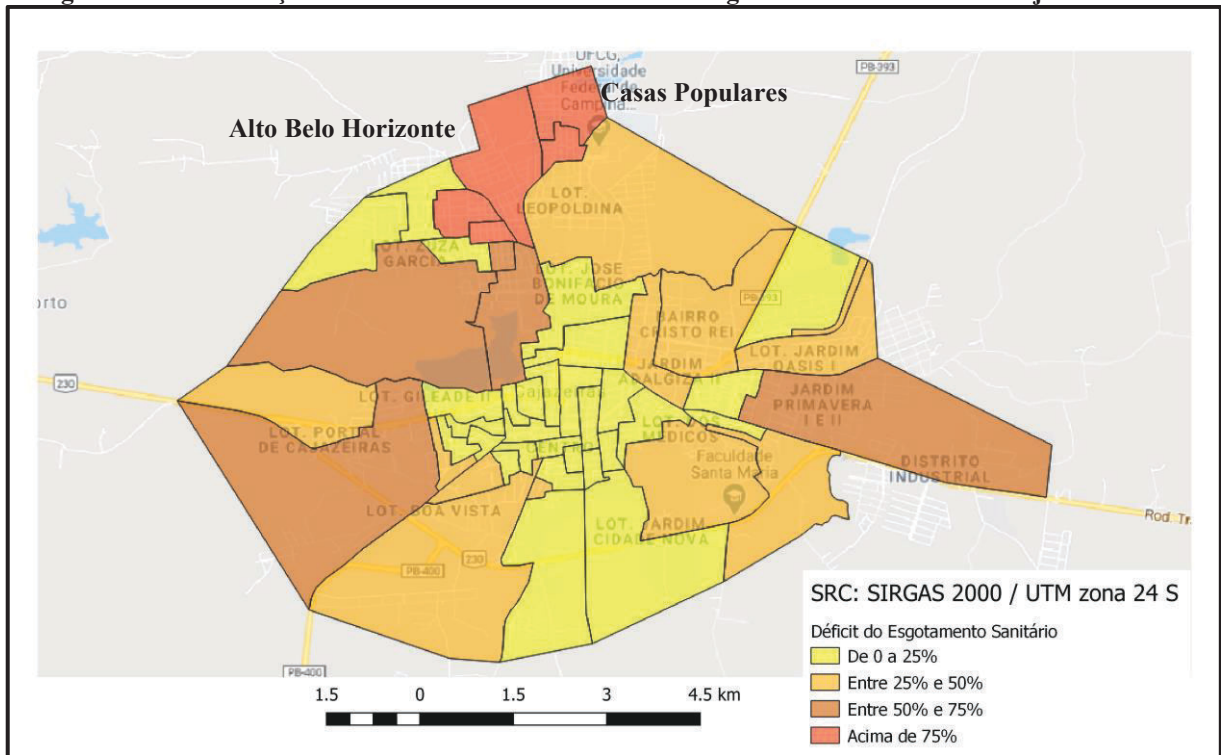
**Figura 10 – Situação da destinação do esgoto de Cajazeiras (2010)**

Fonte: IBGE (2010)

O registro do esgotamento sanitário do IBGE é discrepante às informações da CAGEPA, justificando-se pelo fato de que o censo contabiliza o esgoto pluvial juntamente ao esgoto doméstico, o que se exclui no registro do órgão responsável, onde o mesmo afirma que, atualmente, o alcance da rede de coleta de esgoto não ultrapassa os 20%, e o IBGE apresenta mais de 60%.

O gráfico da destinação do esgoto apresenta 60,7% de domicílios contemplados pela rede geral ou pluvial, desse dado foi gerado o mapa da Figura 11, que traz o déficit do esgotamento sanitário de Cajazeiras. As classes de análise foram divididas em quatro, variando em intervalos de 25%, a fim de agrupar os setores censitários que mais se aproximassem da realidade um do outro.

**Figura 11 – Distribuição do déficit do acesso ao sistema de esgotamento sanitário em Cajazeiras – PB**



**Fonte: Própria do autor**

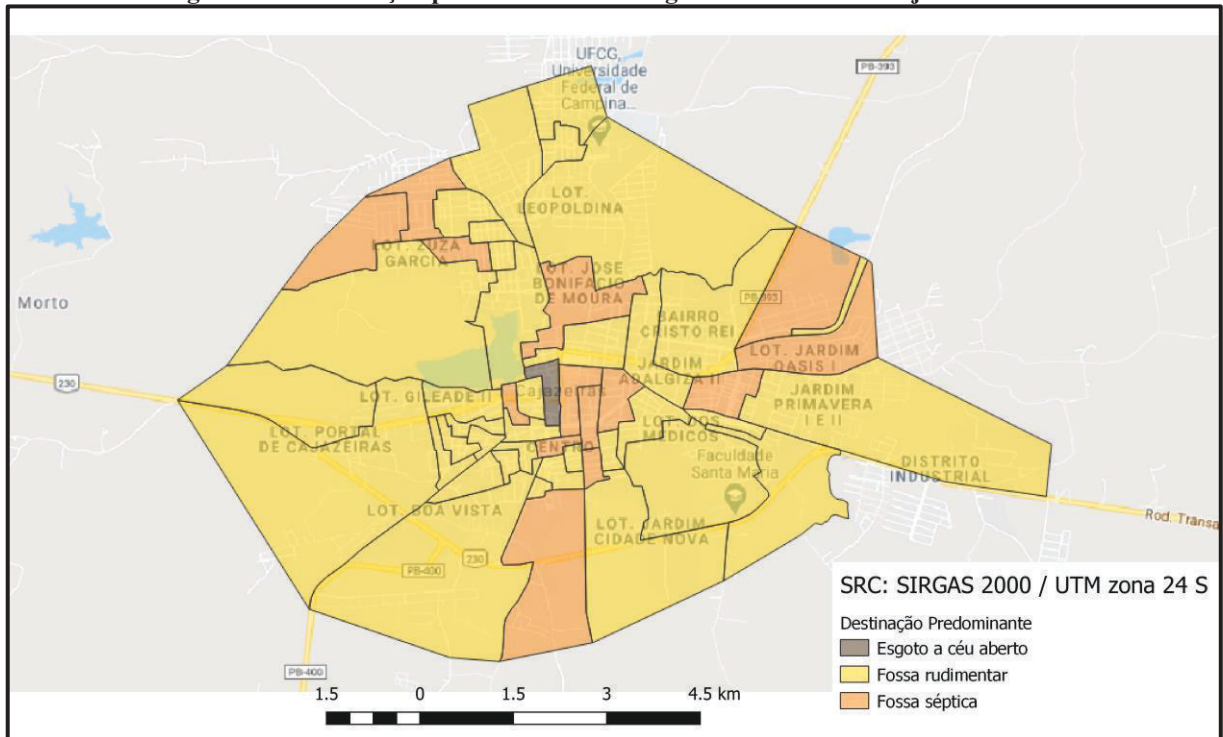
Na Figura 11 destacam-se cinco setores censitários, na cor vermelha, por terem mais de 75% de seus domicílios sem o atendimento com a rede geral de coleta de esgoto, tendo como alternativa predominante a fossa rudimentar (Figura 12). Apesar de estarem na universalização do abastecimento de água e contemplarem também boa parte dos responsáveis alfabetizados, estão entre os menores valores de renda *per capita*, características marcantes dos bairros existentes nesses setores, que são o loteamento Casas Populares e o loteamento Alto Belo Horizonte.

Observando também o segundo pior caso, os cinco setores censitários ainda do mapa da Figura 11, que correspondem ao percentual registrado entre 50% e 75% de domicílios que não são contemplados pela rede geral de coleta de esgoto, ao analisar esses setores no mapa da Figura 12, mapa com a identificação, por bairro, da destinação predominante dos esgotos, percebe-se que a alternativa predominante para a destinação também é a fossa rudimentar, e com esse exemplo pode-se comprovar os dados da CAGEPA que afirmam que a dificuldade do avanço no esgotamento sanitário é principalmente devido ao solo, pois ao analisar o quesito renda, esses setores são mistos e a presença de responsáveis alfabetizados está acima de 80%.



Analisando os 29,8%, ainda do gráfico da destinação do esgoto, gerou-se o mapa da Figura 12, a fim de apresentar quais os tipos de destinação predominam na cidade nos locais onde não chega a rede coletora de esgoto.

**Figura 12 – Destinação predominante dos esgotos na cidade de Cajazeiras - PB**



**Fonte: Própria do autor**

Seguindo a análise da destinação do esgoto, entre as formas alternativas aderidas pela população, a que se destaca é a fossa rudimentar. Esse sistema, segundo a CAGEPA, é agressivo ao meio ambiente, uma vez que o solo da cidade não colabora para que essa alternativa cumpra seu objetivo. A falta de conhecimento também prejudica a população na escolha da alternativa mais viável para o despejo das águas residuais, como exemplo tem-se os loteamentos mais recentes, todos utilizam fossa rudimentar, e muitos se encontram em áreas de inundação, inviabilizando o sistema e realizando o processo inverso, como já presenciado pela CAGEPA, chegando a encharcar a fossa em 15 dias.

Na Figura 12 destaca-se um setor censitário que predomina o esgoto a céu aberto, dado preocupante para a realidade de uma zona urbana e localizado no centro da cidade. Porém, esse levantamento corresponde ao ano de 2010, último registro oficial do IBGE, assim, uma verificação visual *in loco* possibilitou comprovar que as redondezas do Açude Grande de Cajazeiras obtiveram a resolução dessa problemática, não sendo identificado a destinação do esgoto desse setor, entretanto o mesmo não se encontra mais exposto.



## 6 CONCLUSÃO

O SAA da cidade de Cajazeiras, segundo a CAGEPA, atualmente encontra-se contemplando 100% da zona urbana, dado satisfatório que se encontra acima da média nacional, registrada pelo SNIS de 2018, que é de 92,8%, progresso visível do município que cumpre um tópico da Lei do saneamento básico, a universalização.

A cobertura atual do SES é deficitária, em torno de 20% da área urbana, registro bem abaixo da média nacional dada pelo SNIS no ano de 2018, que é de 60,9%. Os dados obtidos no levantamento de 2010 não permitem a comparação com os atuais, visto que eles são unificados, como já explicado ao longo do trabalho. Ainda assim, é alarmante o diagnóstico do esgotamento sanitário e digno de atenção, pois investir nesse setor tem seu retorno, não só nos benefícios ao meio ambiente, mas principalmente na redução dos gastos com saúde pública, na geração de empregos, além de ser um ponto fundamental na busca por sustentabilidade.

Quanto à aquisição de dados, uma das dificuldades enfrentadas nesta pesquisa foi a desatualização dos dados, pois foram utilizados as informações do censo do IBGE de 2010, e como acontece a cada 10 anos utilizou-se os dados do último censo. Outra dificuldade foi o fato de os dados serem disponibilizados na unidade de setores censitários, uma vez que esse tipo de delimitação dificulta o estudo por bairros e/ou ruas.

Todo o diagnóstico pode ser representado utilizando geoprocessamento, ferramenta SIG, que se mostrou como um bom mecanismo no auxílio da pesquisa, apresentando os métodos desenvolvidos e os resultados obtidos, permitindo que as informações fossem visualizadas de maneira clara e objetiva para suas análises.

Realizar o diagnóstico acerca da situação dos SAA e SES é muito importante, pois manter o estudo com a tecnologia do geoprocessamento, utilizando dados atualizados, permite visualizar em mapas quais as áreas onde as intervenções devem ser primeiramente realizadas, contribuindo para a definição dos objetivos e metas do PMSB.

Sugere-se para trabalhos posteriores: a reprodução dessa análise utilizando os dados atualizados do IBGE, possibilitando um comparativo temporal para fins de pesquisa, ou ainda apresentar um diagnóstico atual desses sistemas, contribuindo para a elaboração do PMSB; a utilização dessa metodologia, acrescentando mais indicadores socioeconômicos e dados físicos de reservatórios e/ou estações de tratamento de esgoto, para confecção de mapas de análise de vulnerabilidade da cidade, ou ainda de um bairro/setor específico.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, C. S.(Col.). et al. Transversal – **Princípios básicos de geoprocessamento para seu uso em saneamento**. 2009. Disponível em: [nucase.desa.ufmg.br/wp-content/.../07/principios-basicos-de-geoprocessamento.pdf](http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/.../07/principios-basicos-de-geoprocessamento.pdf). Acesso em: 18 maio 2019.
- BERNHARDT, D. M. L. F.; OLIVEIRA, M. L.; BRAGA, T. C., **Normatização da coleta de dados sobre sistemas municipais de esgotamento sanitário e estações de tratamento de esgotos em auditorias de sistemas de gestão ambiental municipais: proposta para o Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro**. 2008. 82 f. Monografia (Especialização) - Curso em Auditoria de Obras Públicas da PUC-Rio em convênio com a Escola de Contas e Gestão do Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- BRASIL. Constituição (1988). Emenda constitucional nº 100, de 26 de junho de 2019. Lex: **Meio ambiente**. Disponível em : [https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988\\_26.06.2019/art\\_225\\_.asp](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_26.06.2019/art_225_.asp)
- BRASIL. Decreto-lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Lex: **Lei do Saneamento Básico**. Disponível em : [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Guia para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico**. 2ª ed. Brasília: Ministério das Cidades, 2011. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca/detalhar/id/178/titulo/guia-para-elaboracao-de-planos-municipais-de-saneamento-basico>. Acesso em: 18 maio 2019.
- BRK Ambiental. **Conheça as etapas do processo de tratamento do esgoto**. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/etapas-tratamento-de-esgoto/>. Acesso em: 12 fevereiro 2020.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Introdução: Por que geoprocessamento?** - INPE. São José dos Campos, 2001. Disponível em: [mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.13.../cap1-introducao.pdf](http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.13.../cap1-introducao.pdf). Acesso em: 18 maio 2019.
- CORDÃO, M. J. S.; RUFINO, I. A. A.; ARAÚJO, E. L. **Geotecnologias aplicadas ao planejamento de sistemas de abastecimento de água urbanos: uma proposta metodológica**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 18, n. 3, p. 263-274, 2013.
- CORDOVEZ, J. C. G., **Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana**. Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, v. 1, p. 1-19, 2002.
- COSTA, D. R. V., **Avaliação de custos de implantação de sistemas de esgotamento sanitário em comunidades de pequeno porte**. Trabalho conclusão curso (Engenharia Civil)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

GOMES, M. P.; AGUIAR, M. C. de; FERREIRA, M. E., **Fundamentos de Geoprocessamento**. Treinamento SEMARH/SIAD. Goiás, 2005.

HAMADA, E.; GONÇALVES, R. R. V., **Introdução ao Geoprocessamento: princípios básicos e aplicação**. 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do Censo Demográfico Paraíba – 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=25>. Acesso em: 17 maio 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL – **Planos Municipais ou Regionais – Exigência Legal – Cartilha de Saneamento**. São Paulo, jul. 2009. Disponível em: [www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/coea/pncpr/Cartilha\\_de\\_saneamento.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/coea/pncpr/Cartilha_de_saneamento.pdf). Acesso em: 18 maio 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL – **Manual de Saneamento Básico**. 2012. Disponível em: [www.tratabrasil.org.br](http://www.tratabrasil.org.br). Acesso em: 13 janeiro 2020.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos Hídricos e Saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008.

LAZZARETTI, L. **Saneamento básico e sua influência sobre a saúde da população**. 2012. 26 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão em Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. Rio de Janeiro: 2011.

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 Sanitaria e Ambiental, [s.l.], v. 18, n. 4, p.341-348, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522013000400006>.

LUNA, C. F. (Col.) et al. **Impacto do uso da água de cisternas na ocorrência de episódios diarreicos na população rural do agreste central de Pernambuco**, Brasil. Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil, v. 11, n. 3, p. 283-292, 2011.

MADEIRA, R. F.. **O setor de saneamento básico no Brasil e as implicações do marco regulatório para universalização do acesso**. 2010.

NETO, S. et al. **Planejamento urbano e crescimento do município de Cajazeiras-PB. de 1980 até 2015**. 2015.

NETTO, A.; **Manual de hidráulica**. Editora Blucher, 8 ed. 1998.

OLIVEIRA, R. C. P. **Geoprocessamento para Saneamento – AcquaGIS – Estudo Realizado na Casal – Companhia de Abastecimento D’Água e Saneamento do Esgoto**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal. **Anais...** Natal, 2009. p. 4125-4132. Disponível em: [marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.20.00/.../4125-4132.pdf](http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.20.00/.../4125-4132.pdf). Acesso em: 17 maio 2019.

OMS, **Guías para el saneamiento y la salud**. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2018. Licencia: CCBY-NC-SA3.0 IGO.

PAINEL SANEAMENTO BRASIL. **Município Cajazeiras**. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/index?id=250370>. Acesso em: 12 fev 2020.

PREFEITUA MUNICIPAL DE CAJAZEIRAS. **Prefeitura realiza audiência pública sobre o Plano Municipal de Saneamento Básico na quarta-feira (31)**, Cajazeiras, 29 jul. 2019. Disponível em: <https://cajazeiras.pb.gov.br/informa.php?id=92>. Acesso em: 30 nov 2019.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S., **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. Juiz de Fora, MG, p. 13, 2010.

SANTOS, Y. S.; NOVIKOFF, C.; SANTOS, U., **Políticas públicas e realidade socioambiental no município de Cajazeiras–PB**. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 7, n. 1, 2017.

SANTOS, G. C. F.; RIBEIRO, M. A. M. F., **Geoprocessamento aplicado à espacialização de serviço de abastecimento de água em municípios da Paraíba**. Revista InterScientia, v. 5, n. 1, p. 92-104, 2017.

SILVA, Luiz Paulo Moreira. **O que é gráfico?**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/matematica/o-que-e-grafico.htm>. Acesso em 07 de fevereiro de 2020.

SILVA, J. C.; MONTEIRO, V. O.; PAMBOUKIAN, S.V.D., **Introdução ao Geoprocessamento**, 2014.

## APÊNDICE A – PLANILHA DE PROCESSAMENTO INICIAL DOS INDICADORES

| CD_GEOCODI           | DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES | ABAST_REDE_GERAL | ABAST_POCO_NASCENTE | ABAST_CISTERNA | ABAST_OUTROS | TOTAL_OUTRAS_ABAST | ESG_REDE_GERAL | ESG_FOSSA_SEP | ESG_FOSS_RUD | ESG_VALA | ESG_RIO_LAGO | ESG_CEU_ABERTO | OUTROS_ESG | MORADORES EM DOMICÍLIOS PERMANENTES | RESP_ALFABETIZADOS | RENDA_TOTAL_SETOR (R\$) | RENDA_MÉDIA_MENS AL (salários mínimos) | ABAST_ÁGUA (%) | RESP_ALFAB_DOM (%) |
|----------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------|----------------|--------------|--------------------|----------------|---------------|--------------|----------|--------------|----------------|------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|--|----------------|--------------------|
| 2,50370405000024E+14 | 248                                 | 233              | 0                   | 0              | 15           | 15                 | 127            | 0             | 76           | 0        | 1            | 7              | 84         | 840                                 | 133                | 128691                  | 1,0175                                 | 93,952         | 53,629             |
| 2,50370405000023E+14 | 234                                 | 225              | 0                   | 0              | 9            | 9                  | 204            | 2             | 27           | 0        | 0            | 0              | 27         | 793                                 | 144                | 160725                  | 1,3468                                 | 96,154         | 61,538             |
| 2,50370405000059E+14 | 252                                 | 246              | 0                   | 0              | 6            | 6                  | 109            | 117           | 1            | 3        | 0            | 11             | 15         | 929                                 | 173                | 173010                  | 1,3462                                 | 97,619         | 68,651             |
| 2,50370405000053E+14 | 285                                 | 270              | 0                   | 0              | 15           | 15                 | 160            | 0             | 111          | 5        | 0            | 1              | 117        | 993                                 | 177                | 201697                  | 1,3877                                 | 94,737         | 62,105             |
| 2,50370405000060E+14 | 395                                 | 375              | 4                   | 0              | 16           | 20                 | 228            | 8             | 125          | 0        | 5            | 9              | 139        | 1381                                | 270                | 294247                  | 1,4606                                 | 94,937         | 68,354             |
| 2,50370405000064E+14 | 228                                 | 226              | 2                   | 0              | 0            | 2                  | 170            | 27            | 9            | 3        | 17           | 1              | 30         | 744                                 | 161                | 182004                  | 1,5652                                 | 99,123         | 70,614             |
| 2,50370405000032E+14 | 245                                 | 245              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 4              | 226           | 9            | 0        | 0            | 4              | 13         | 913                                 | 178                | 202670                  | 1,6220                                 | 100,000        | 72,653             |
| 2,50370405000016E+14 | 413                                 | 401              | 0                   | 0              | 12           | 12                 | 227            | 5             | 111          | 30       | 0            | 2              | 143        | 1433                                | 286                | 350594                  | 1,6645                                 | 97,094         | 69,249             |
| 2,50370405000033E+14 | 352                                 | 348              | 0                   | 0              | 4            | 4                  | 44             | 1             | 303          | 0        | 0            | 0              | 303        | 1257                                | 255                | 297492                  | 1,6572                                 | 98,864         | 72,443             |
| 2,50370405000020E+14 | 158                                 | 158              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 93             | 1             | 62           | 0        | 0            | 0              | 62         | 535                                 | 113                | 137630                  | 1,7080                                 | 100,000        | 71,519             |
| 2,50370405000062E+14 | 153                                 | 150              | 2                   | 0              | 1            | 3                  | 124            | 1             | 22           | 0        | 0            | 0              | 22         | 475                                 | 96                 | 135108                  | 1,7315                                 | 98,039         | 62,745             |
| 2,50370405000036E+14 | 368                                 | 366              | 0                   | 0              | 2            | 2                  | 19             | 9             | 329          | 3        | 1            | 2              | 335        | 1284                                | 251                | 325830                  | 1,7361                                 | 99,457         | 68,207             |
| 2,50370405000021E+14 | 375                                 | 361              | 7                   | 0              | 7            | 14                 | 193            | 49            | 78           | 43       | 0            | 2              | 123        | 1326                                | 239                | 334586                  | 1,7495                                 | 96,267         | 63,733             |
| 2,50370405000022E+14 | 312                                 | 307              | 0                   | 0              | 5            | 5                  | 285            | 1             | 24           | 0        | 0            | 0              | 24         | 1018                                | 201                | 282696                  | 1,7766                                 | 98,397         | 64,423             |
| 2,50370405000026E+14 | 256                                 | 248              | 0                   | 0              | 8            | 8                  | 228            | 2             | 17           | 0        | 3            | 1              | 21         | 832                                 | 183                | 238242                  | 1,8248                                 | 96,875         | 71,484             |
| 2,50370405000034E+14 | 312                                 | 312              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 68             | 0             | 232          | 10       | 0            | 0              | 242        | 1042                                | 233                | 289007                  | 1,8163                                 | 100,000        | 74,679             |
| 2,50370405000018E+14 | 234                                 | 232              | 0                   | 0              | 2            | 2                  | 193            | 24            | 12           | 1        | 0            | 1              | 14         | 795                                 | 157                | 218372                  | 1,8298                                 | 99,145         | 67,094             |
| 2,50370405000006E+14 | 224                                 | 223              | 0                   | 0              | 1            | 1                  | 219            | 2             | 0            | 1        | 0            | 2              | 3          | 752                                 | 180                | 214256                  | 1,8755                                 | 99,554         | 80,357             |
| 2,50370405000011E+14 | 201                                 | 188              | 0                   | 0              | 13           | 13                 | 150            | 39            | 1            | 4        | 0            | 1              | 6          | 671                                 | 136                | 193301                  | 1,8857                                 | 93,532         | 67,662             |
| 2,50370405000056E+14 | 248                                 | 236              | 0                   | 0              | 12           | 12                 | 119            | 13            | 94           | 8        | 0            | 2              | 104        | 883                                 | 178                | 248879                  | 1,9677                                 | 95,161         | 71,774             |
| 2,50370405000007E+14 | 291                                 | 291              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 284            | 1             | 6            | 0        | 0            | 0              | 6          | 852                                 | 238                | 303037                  | 2,0419                                 | 100,000        | 81,787             |
| 2,50370405000027E+14 | 270                                 | 253              | 0                   | 0              | 17           | 17                 | 207            | 0             | 49           | 1        | 0            | 0              | 50         | 1002                                | 195                | 219137                  | 2,1913                                 | 93,704         | 72,222             |
| 2,50370405000019E+14 | 200                                 | 197              | 0                   | 0              | 3            | 3                  | 185            | 0             | 13           | 2        | 0            | 0              | 15         | 673                                 | 157                | 296583                  | 2,9077                                 | 98,500         | 78,500             |
| 2,50370405000058E+14 | 262                                 | 256              | 0                   | 0              | 6            | 6                  | 43             | 212           | 2            | 0        | 0            | 1              | 3          | 927                                 | 204                | 291594                  | 2,1823                                 | 97,710         | 77,863             |
| 2,50370405000063E+14 | 231                                 | 229              | 1                   | 0              | 1            | 2                  | 176            | 4             | 36           | 4        | 4            | 6              | 50         | 759                                 | 176                | 260990                  | 2,2153                                 | 99,134         | 76,190             |
| 2,50370405000031E+14 | 233                                 | 233              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 77             | 1             | 145          | 3        | 0            | 7              | 155        | 784                                 | 193                | 258753                  | 2,1775                                 | 100,000        | 82,833             |
| 2,50370405000038E+14 | 366                                 | 361              | 0                   | 3              | 2            | 5                  | 66             | 110           | 125          | 45       | 0            | 0              | 170        | 1250                                | 276                | 455684                  | 2,4413                                 | 98,634         | 75,410             |
| 2,50370405000028E+14 | 257                                 | 257              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 235            | 0             | 20           | 0        | 0            | 0              | 20         | 838                                 | 205                | 331873                  | 2,5320                                 | 100,000        | 79,767             |
| 2,50370405000035E+14 | 417                                 | 414              | 0                   | 0              | 3            | 3                  | 81             | 2             | 275          | 30       | 8            | 11             | 324        | 1424                                | 353                | 551296                  | 2,5946                                 | 99,281         | 84,652             |
| 2,50370405000017E+14 | 238                                 | 235              | 0                   | 0              | 3            | 3                  | 194            | 7             | 35           | 1        | 0            | 1              | 37         | 761                                 | 178                | 328389                  | 2,7055                                 | 98,739         | 74,790             |
| 2,50370405000037E+14 | 251                                 | 249              | 0                   | 0              | 2            | 2                  | 26             | 1             | 215          | 8        | 0            | 0              | 223        | 856                                 | 176                | 350701                  | 2,7396                                 | 99,203         | 70,120             |
| 2,50370405000039E+14 | 361                                 | 344              | 6                   | 0              | 11           | 17                 | 96             | 5             | 236          | 10       | 0            | 2              | 248        | 1222                                | 295                | 514269                  | 2,7933                                 | 95,291         | 81,717             |
| 2,50370405000002E+14 | 246                                 | 246              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 245            | 0             | 0            | 0        | 0            | 1              | 1          | 620                                 | 225                | 353928                  | 2,8210                                 | 100,000        | 91,463             |
| 2,50370405000055E+14 | 301                                 | 291              | 1                   | 0              | 9            | 10                 | 197            | 17            | 76           | 0        | 0            | 3              | 79         | 1039                                | 233                | 433201                  | 2,8220                                 | 96,678         | 77,409             |
| 2,50370405000015E+14 | 278                                 | 278              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 245            | 12            | 20           | 0        | 0            | 1              | 21         | 850                                 | 220                | 407756                  | 2,8760                                 | 100,000        | 79,137             |
| 2,50370405000025E+14 | 233                                 | 232              | 0                   | 0              | 1            | 1                  | 208            | 24            | 0            | 0        | 0            | 1              | 1          | 700                                 | 205                | 348921                  | 2,9363                                 | 99,571         | 87,983             |
| 2,50370405000030E+14 | 403                                 | 401              | 1                   | 0              | 1            | 2                  | 182            | 0             | 217          | 0        | 0            | 3              | 220        | 1338                                | 341                | 660499                  | 3,2136                                 | 99,504         | 84,615             |
| 2,50370405000008E+14 | 280                                 | 280              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 258            | 1             | 19           | 0        | 0            | 2              | 21         | 881                                 | 240                | 461076                  | 3,2288                                 | 100,000        | 85,714             |
| 2,50370405000005E+14 | 295                                 | 295              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 294            | 1             | 0            | 0        | 0            | 0              | 0          | 948                                 | 254                | 520998                  | 3,4629                                 | 100,000        | 86,102             |
| 2,50370405000012E+14 | 285                                 | 281              | 2                   | 0              | 2            | 4                  | 141            | 60            | 55           | 0        | 23           | 0              | 78         | 1012                                | 220                | 500292                  | 3,4420                                 | 98,596         | 77,193             |
| 2,50370405000011E+14 | 275                                 | 275              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 274            | 1             | 0            | 0        | 0            | 0              | 0          | 754                                 | 253                | 519322                  | 3,7028                                 | 100,000        | 92,000             |
| 2,50370405000029E+14 | 325                                 | 325              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 272            | 0             | 53           | 0        | 0            | 0              | 53         | 1031                                | 293                | 611493                  | 3,6892                                 | 100,000        | 90,154             |
| 2,50370405000014E+14 | 333                                 | 332              | 0                   | 0              | 1            | 1                  | 269            | 17            | 47           | 0        | 0            | 0              | 47         | 1093                                | 302                | 674047                  | 3,9690                                 | 99,700         | 90,691             |
| 2,50370405000057E+14 | 199                                 | 195              | 1                   | 0              | 3            | 4                  | 61             | 21            | 112          | 2        | 2            | 0              | 116        | 730                                 | 173                | 405325                  | 3,9937                                 | 97,990         | 86,935             |
| 2,50370405000004E+14 | 236                                 | 236              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 215            | 19            | 2            | 0        | 0            | 0              | 2          | 722                                 | 224                | 563844                  | 4,6846                                 | 100,000        | 94,915             |
| 2,50370405000010E+14 | 204                                 | 204              | 0                   | 0              | 0            | 0                  | 126            | 7             | 70           | 0        | 0            | 1              | 71         | 664                                 | 190                | 700044                  | 6,7286                                 | 100,000        | 93,137             |
| 2,50370405000009E+14 | 283                                 | 281              | 2                   | 0              | 0            | 2                  | 190            | 85            | 4            | 2        | 0            | 0              | 6          | 925                                 | 269                | 984950                  | 6,8243                                 | 99,293         | 95,053             |
| 2,50370405000016E+14 | 233                                 | 226              | 6                   | 0              | 1            | 7                  | 104            | 53            | 65           | 2        | 0            | 8              | 75         | 762                                 | 196                | 823754                  | 6,9322                                 | 96,996         | 84,120             |
| 2,50370405000013E+14 | 229                                 | 227              | 1                   | 0              | 1            | 2                  | 121            | 102           | 2            | 2        | 0            | 2              | 6          | 752                                 | 221                | 920419                  | 7,8810                                 | 99,127         | 96,507             |
| 2,50370405000003E+14 | 191                                 | 189              | 2                   | 0              | 0            | 2                  | 185            | 0             | 6            | 0        | 0            | 0              | 6          | 579                                 | 187                | 777143                  | 7,9781                                 | 98,953         | 97,906             |
| 2,50370405000054E+14 | 272                                 | 267              | 4                   | 0              | 1            | 5                  | 112            | 5             | 153          | 0        | 0            | 2              | 155        | 862                                 | 264                | 1304951                 | 9,4071                                 | 98,162         | 97,059             |