



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ANATHAYNÁ SAMPAIO GOMES

**URBANIZAÇÃO E IMPACTOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: O CASO DA
BACIA DO CURU EM CANINDÉ – CE.**

FORTALEZA

2021

ANATHAYNÁ SAMPAIO GOMES

URBANIZAÇÃO E IMPACTOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: O CASO DA BACIA
DO CURU EM CANINDÉ – CE.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Christus, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Ma. Paula Nobre de
Andrade.

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

G633u Gomes, Anathayná Sampaio.
Urbanização e impactos em bacias hidrográficas: o caso da bacia do Curu em Canindé - CE. / Anathayná Sampaio Gomes. - 2021.
72 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2021.

Orientação: Profa. Ma. Paula Nobre de Andrade.

1. Saneamento. 2. Semiárido. 3. Urbanização. I. Título.

CDD 624

ANATHAYNÁ SAMPAIO GOMES

URBANIZAÇÃO E IMPACTOS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: O CASO DA BACIA
DO CURU EM CANINDÉ – CE.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário Christus, como requisito
parcial para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Ma. Paula Nobre de
Andrade.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ma. Paula Nobre de Andrade (Orientadora)
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dr. Eliezer Fares Abdala Neto
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Me. Euclides Lourenço de Melo Neto
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Dedico essa monografia à Canindé, minha cidade natal a qual tanto amo. Espero poder contribuir ainda mais com seu crescimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida. A São Francisco das Chagas e todas as bênçãos que recebi até aqui.

Agradeço aos meus pais, à minha mãe Sandra e meu pai Walter, por sonharem esse sonho comigo e por todos os sacrifícios feitos para que eu pudesse sempre gozar da melhor educação e uma vida confortável que amenizaram os percalços desta caminhada.

Agradeço à Unichristus, e principalmente ao corpo docente, que durante 5 anos me ensinaram, me inspiraram, me apoiaram e compartilharam comigo a visão do que encontrarei na vida profissional.

Agradeço à minha banca avaliadora, composta por Prof. Dr. Eliezer Fares Abdala Neto e Prof. Me. Euclides Lourenço de Melo Neto, professores que muito admirei durante a graduação. Fico muito honrada em poder contar com a avaliação de ambos nessa monografia.

Agradeço a minha orientadora, Profa. Ma. Paula Nobre de Andrade, que prontamente aceitou e abraçou minha ideia de pesquisa, por todas as correções, sugestões e paciência, e por entender o valor sentimental que essa pesquisa representa para mim.

Agradeço aos meus amigos. Os antigos por entenderem a minha ausência e por se orgulharem da minha escolha profissional. Aos novos que pude conhecer durante a graduação, que foram suporte em todos os momentos difíceis.

Agradeço a mim, por todo o esforço, determinação e por não cogitar desistir. Reconheço a vida cheia de privilégios que tenho, e agarrei todas as oportunidades que me foram dadas fazendo valer o esforço de todos aqueles que contribuíram com a minha formação como pessoa. Uma garota de 10 anos sonhou em ser engenheira civil e hoje ela está a um passo de ter sua primeira realização pessoal confirmada.

RESUMO

As bacias hidrográficas são áreas de captação natural de água precipitada que converge o escoamento superficial para um único ponto de saída, compostas por uma rede de drenagem formada por cursos de água, na qual o volume de entrada é a precipitação de água e o volume de saída é o escoamento de água que chega ao exultório. A bacia do Curu está localizada na macrorregião Sertão Central, representa 6% do território do estadual, possui como principal afluente o Rio Canindé e abrange 15 municípios cearenses, dentre eles Canindé. A importância desse estudo, garante o acesso contínuo ao abastecimento de água, a preservação do recurso hídrico, a comparação de cumprimento da Lei das Águas, a avaliação da atual situação qualitativa da bacia estudada, verificando se há ou não necessidade de revitalização do trecho, contribuindo ainda para o endosso de estudos sobre a gestão de recursos hídricos no sertão cearense. O objetivo desse trabalho é avaliar os impactos das ações antrópicas decorrentes da urbanização na bacia hidrográfica do Curu, no município de Canindé – CE, através de dados de qualidade de água coletados no local. Os resultados apontaram, através da relação das amostras de parâmetros de qualidade da água fora do padrão com a média pluviométrica de cada ano, que a medida que o nível da água diminui o efeito da degradação de causa antrópica é mais acentuado. A construção de edificações as margens dos corpos hídricos, a deposição de efluentes não tratados e sólidos, geram alterações na qualidade da água, observado nos parâmetros de cor, turbidez, coliformes totais e cloro residual, além de provocar o desgaste físico da bacia, através do assoreamento do leito dos reservatórios São Mateus e Sousa, e do rio Canindé.

Palavras-chave: Saneamento. Semiárido. Urbanização.

ABSTRACT

The hydrographic basins are areas of natural capture of precipitated water that converges the runoff to a single outlet point, composed of a drainage network formed by water courses, in which the volume of entry is the precipitation of water and the volume of The outlet is the drainage of water that reaches the exultory. The Curu basin is located in the Sertão Central macro-region, represents 6% of the state's territory, has the Canindé River as its main tributary and covers 15 municipalities in Ceará, including Canindé. The importance of this study, guarantees continuous access to water supply, the preservation of water resources, the comparison of compliance with the Water Law, the assessment of the current qualitative and quantitative situation of the studied basin, checking whether or not there is a need to revitalize the stretch, also contributing to the endorsement of studies on water resources management in the backlands of Ceará. The objective of this work is to evaluate the impacts of anthropic actions resulting from urbanization in the Curu hydrographic basin, in the municipality of Canindé - CE, through water quality data collected on the spot. The results showed, through the relation of the samples of non-standard water quality parameters with the rainfall average of each year, that as the water level decreases the effect of anthropic degradation is more accentuated. The construction of buildings on the margins of water bodies, the deposition of untreated and solid effluents, generates changes in water quality, observed in the parameters of color, turbidity, total coliforms and residual chlorine, in addition to causing physical drainage of the basin, through silting of the bed of the São Mateus and Sousa reservoirs, and of the Canindé river.

Keywords: Sanitation. Semiarid. Urbanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bacias Hidrográficas do estado do Ceará.....	12
Figura 2 – Bacia do Curu no município de Canindé.	14
Figura 3 – Regiões hidrográficas brasileiras.	19
Figura 4 – Situação dos principais rios brasileiros: relação demanda/disponibilidade hídrica superficial.	20
Figura 5 – Relação demanda/disponibilidade hídrica na região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental.	21
Figura 6 – Bacias Hidrográficas do Ceará.....	22
Figura 7 – Localização da bacia do Curu.	23
Figura 8 – Diagrama topológico unifilar da bacia do Curu.....	23
Figura 9 – Reservatórios da Bacia do Curu.....	24
Figura 10 - Mapa de Zoneamento de Canindé.	28
Figura 11 – Demanda do Açude São Mateus.	29
Figura 12 – Demanda do Açude Sousa.	29
Figura 13 – Comparativo entre as demandas nos reservatórios da bacia do Curu.....	30
Figura 14 – Localização do município de Canindé.....	39
Figura 15 – Bacias Hidrográficas do Ceará.....	40
Figura 16 – Serviços de saneamento básico em Canindé, de 2012 a 2017.	41
Figura 17 – Localização dos açudes São Mateus e Sousa.....	42
Figura 18 – Fluxograma da pesquisa.....	43
Figura 19 – Urbanização de Canindé as margens do Rio Canindé.	44
Figura 20 – Função polinomial da taxa da urbanização de Canindé.....	46
Figura 21 – Presença da rede hoteleira às margens do Rio Canindé.....	47
Figura 22 – Vista por trás da Basílica de São Francisco no Rio Canindé.	47
Figura 23 – Edificação nas margens do Rio Canindé.....	48
Figura 24 – Presença de vegetação no leito do Rio Canindé.....	48
Figura 25 – Tubulação de esgoto no leito do Rio Canindé.	49
Figura 26 – Sangradouro do Açude São Mateus com presença de vegetação no leito.	49
Figura 27 – Presença de lixo e resíduo de construção e demolição no Açude São Mateus.	50
Figura 28 – Presença de animais sendo criados no leito do Açude São Mateus.	50
Figura 29 – Vila de casa às margens do sangradouro do Açude São Mateus.	51
Figura 30 – Sangradouro do açude Sousa com presença de vegetação.....	51

Figura 31 – Açude Sousa vista da parede de barramento.....	52
Figura 32 – Presença de vegetação densa no leito do açude Sousa.....	52
Figura 33 – Distância em linha reta do antigo lixão de Canindé para o rio Canindé.....	53
Figura 34 – Hidroquímica da água subterrânea do Ceará.	53
Figura 35 – Gráfico com percentual de amostras de coliforme totais fora do padrão.....	54
Figura 36 – Gráfico com percentual de amostras de turbidez fora do padrão.....	55
Figura 37 – Gráfico com percentual de amostras de cor fora do padrão em 2017.....	56
Figura 38 – Gráfico com percentual de amostras de cor fora do padrão em 2018.....	56
Figura 39 – Gráfico com percentual de amostras de cor fora do padrão em 2019.....	57
Figura 40 – Precipitação anual no município de Canindé segundo a FUNCEME.....	57
Figura 41 – Distribuição pluviométrica nos meses de quadra chuvosa do Ceará.	58
Figura 42 – Gráfico com percentual de amostras de cloro residual fora do padrão.	59
Figura 43 – Trecho do Rio Canindé com revitalização improvisada.	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre disponibilidade hídrica e população por região.	19
Quadro 2 – Parâmetros de classificação da disponibilidade hídrica.	21
Quadro 3 – Região hidrográfica Atlântico NE Oriental.	22
Quadro 4 – Uso e Ocupação do solo nos municípios da bacia do Curu.	25
Quadro 5 – Zoneamento de Canindé definido pelo PDDU.	27
Quadro 6 – Histórico de secas e cheias em Canindé.	31
Quadro 7 – Histórico de pluviometria de Canindé.	32
Quadro 8 – Parâmetro de classificação de inverno.	33
Quadro 9 – Padrão de turbidez para água pós filtração ou pré desinfecção.	34
Quadro 10 – Tempo de contato mínimo (min) para desinfecção por meio de cloraminação.	36
Quadro 11 – Padrão microbiológico da água para consumo humano.	36
Quadro 12 – Situações relevantes para diferentes métodos de pesquisa.	38
Quadro 13 – Parâmetros de qualidade da água em amostras analisadas.	41
Quadro 14 - Divisão Administrativa de Canindé ao longo dos anos.	45
Quadro 15 – Levantamento populacional de Canindé.	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APP – Áreas de Preservação Permanente

CNRH – Conselho Nacional do Recursos Hídricos

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional Do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DRSAI – Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado

DQO – Demanda Química de Oxigênio

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

RDO – Resíduos Sólidos Domésticos

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SDA – Secretária de Desenvolvimento Agrário

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SRH – Secretária de Recursos Hídricos

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

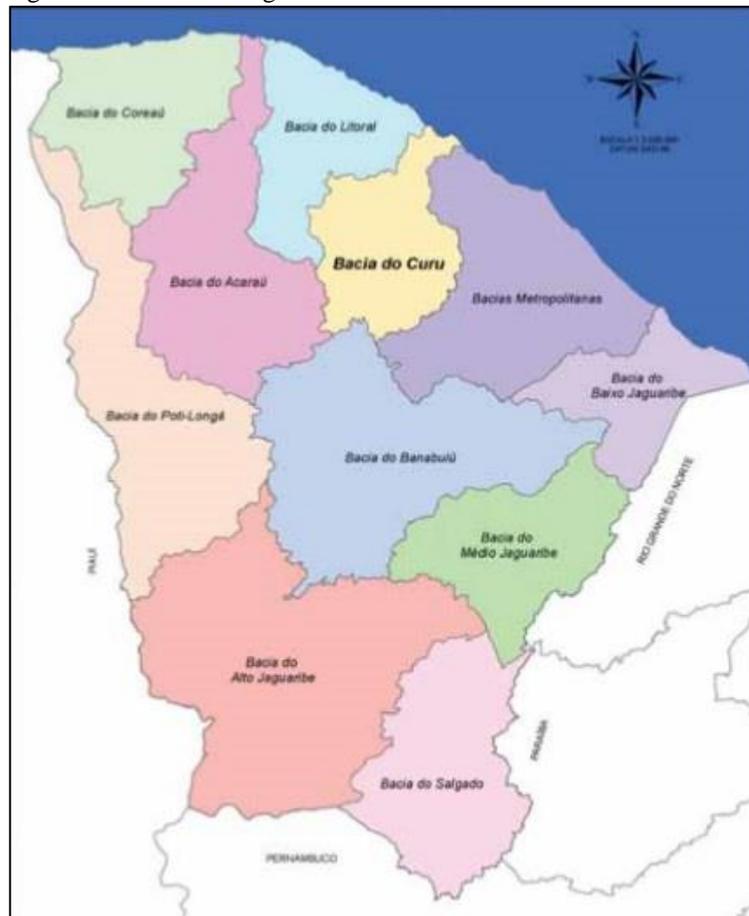
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos.....	14
<i>1.1.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>14</i>
<i>1.1.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>14</i>
1.2 Estrutura do trabalho	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Urbanização e Meio Ambiente	16
2.2 Bacias Hidrográficas	18
2.3 Aspectos geoambientais da Bacia do Curu	22
2.4 Uso e Ocupação do Solo em Canindé/CE	25
2.5 Histórico de Pluviometria em Canindé/CE.....	30
2.6 Parâmetros de Qualidade da Água	33
<i>2.6.1 Parâmetros Físicos.....</i>	<i>33</i>
<i>2.6.2 Parâmetros Químicos.....</i>	<i>34</i>
<i>2.6.3 Parâmetros Microbiológicos.....</i>	<i>36</i>
<i>2.6.4 Ensaio Ecotoxicológicos.....</i>	<i>37</i>
3 METODOLOGIA.....	38
3.1 Tipologia da Pesquisa.....	38
3.2 Caracterização da Área de Estudo.....	39
3.3 Etapas da Pesquisa	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1 O Processo de Urbanização de Canindé.....	44
4.2 A urbanização e a qualidade da água	54
4.3 Ações de revitalização na Bacia do Curu	60
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS	65
ANEXO A – Certificado de Análise de Água.....	71
ANEXO B – Relatório de Ensaio N°: 7793.2020.B- V.0	72

1 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são áreas de captação natural de água precipitada que converge o escoamento superficial para um único ponto de saída, compostas por uma rede de drenagem formada por cursos de água, na qual o volume de entrada é a precipitação de água e o volume de saída é o escoamento de água que chega ao exultório (TUCCI, 1993).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), o estado do Ceará possui 12 (doze) bacias hidrográficas (ANA, 2020a), que estão mostradas na Figura 1. A bacia do Curu representa quase 6% do território cearense, com área de drenagem de 8.534 km², possuindo como principal afluente pela margem esquerda o Rio Canindé (COGERH, 2020).

Figura 1 – Bacias Hidrográficas do estado do Ceará.



Fonte: COGERH, 2009.

No município de Canindé, a bacia do Curu fica situada na unidade geoambiental conhecida como depressão nordestina, e possui como características fluxo sazonal, ou seja, cheias na estação chuvosa e seca nos períodos de estiagem, com rochas cristalinas que contribuem para baixos índices de armazenamento de água subterrânea e solos

predominantemente pobres (GORAYEB *et al.*, 2005). Com a ação antrópica, esses ambientes naturais sofrem impactos que modificam a qualidade e quantidade de recurso disponível.

O termo urbanização, de acordo com o dicionário Michaelis (2019), é a concentração acentuada da população em centros urbanos. Essa concentração populacional causa impactos no meio físico devido as alterações antrópicas para a instalação do homem, que utiliza de recursos naturais, como a água, para a realização de suas atividades.

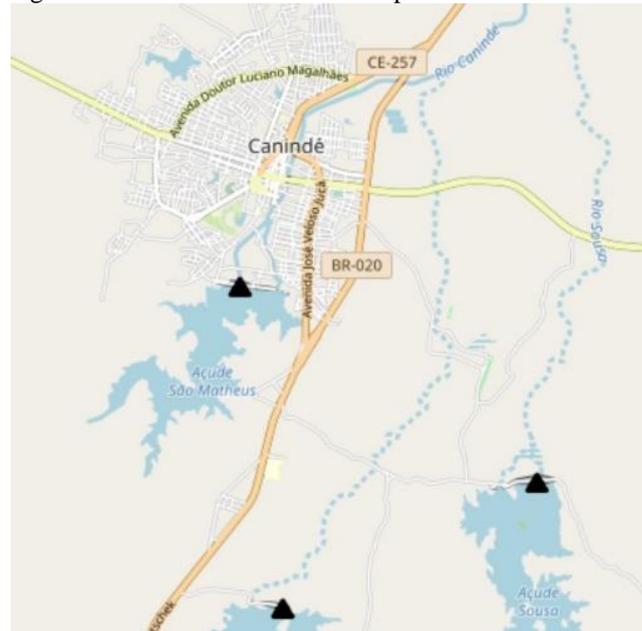
A água é um recurso natural limitado que requer acompanhamento para se garantir sua disponibilidade constante. A Política Nacional de Recursos Hídricos, definida na Lei N° 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, é a intervenção do Governo Federal brasileiro para a gestão dos recursos hídricos no território nacional, que incentiva a captação, a preservação e o aproveitamento das águas (BRASIL, 1997).

O saneamento básico no Brasil ocorreu de forma tardia no início da década 1950, com destaque para as décadas de 1970 e 1980 (Soares, Bernardes e Cordeiro Netto, 2002 *apud*. Leoneti *et al.*, 2011). Enquanto, em 2020, ainda existem populações e cidades desassistidas pelas políticas públicas de saneamento básico, o que contribui negativamente para a poluição dos corpos hídricos.

A bacia do Curu está localizada na macrorregião Sertão Central, representa 6% do território do estadual, possui como principal afluente o Rio Canindé e abrange 15 municípios cearenses, dentre eles Canindé. Possui 13 reservatórios em seu território e é responsável pelo abastecimento populacional e de irrigação do território onde está inserida. A região onde a bacia está localizada possui bioma da caatinga, conhecido pela distribuição irregular das chuvas, e escassez de água. Dessa forma a captação de água da região já é naturalmente comprometida (CEARÁ, 2009).

Canindé é um município de população estimada em 76.997 habitantes, e possui apenas 23,2% de seus domicílios com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010). A parcela restante de esgotamento é descartada de forma irregular, o que afeta diretamente a qualidade da água nos rios e afluentes do município. Além disso, outras ações antrópicas afetam qualitativa e quantitativamente a água disponível para captação. O Rio Canindé, principal rio desta bacia, corta geograficamente a cidade de Canindé e possui dois reservatórios importantes para o abastecimento populacional e irrigação: o Açude São Mateus e o Açude Sousa, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Bacia do Curu no município de Canindé.



Fonte: Adaptado de COGERH (2020a).

Visto que há a necessidade de preservação desse recurso, será realizado o trabalho de análise da ação da urbanização e seus impactos da Bacia do Curu, no município de Canindé, no estado do Ceará. Com a aprovação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), em 1971, determinou-se a universalização do acesso à água potável e ao esgoto. No decorrer dos anos, essa iniciativa governamental foi encerrada e substituída pela legislação da Política Nacional de Saneamento Básico, Lei 11.445/2007, que posteriormente deu origem ao Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), em 2013 (ROSITO, 2019).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os impactos das ações antrópicas decorrentes da urbanização na bacia hidrográfica do Curu, no município de Canindé – CE.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analisar o processo de urbanização do município de Canindé – CE;
- Estabelecer quais os fatores físicos determinantes para a caracterização da bacia;

- Relacionar os impactos da urbanização com a qualidade da água através dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente do Anexo XX da Portaria de Consolidação N° 5 do Ministério da Saúde;
- Analisar a necessidade de revitalização do rio Canindé, açude São Mateus e açude Sousa.

1.2 Estrutura do trabalho

Na seção 01, a introdução, é apresentado o tema de estudo do projeto em uma abordagem geral dos tópicos a serem estudados.

Na seção 02 será apresentado o referencial teórico utilizado como embasamento para o desenvolvimento das ideias.

O procedimento metodológico, com ênfase nas bases teóricas aplicadas para o desenvolvimento do trabalho, assim como possíveis materiais e métodos utilizados durante a pesquisa serão apresentados na Seção 03 desse trabalho.

A seguir, Seção 04 e Seção 05, serão apresentados os resultados e conclusões esperados ao fim do desenvolvimento do trabalho, como também sugestões para pesquisas e trabalhos futuros. Ao fim, são mostradas as referências bibliográficas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Urbanização e Meio Ambiente

O processo de urbanização é caracterizado quando o crescimento populacional urbano supera o crescimento populacional rural. A urbanização brasileira teve início na década de 1930, quando o processo de industrialização acelerou (MARTINEZ; VIDAL, 2016).

A resolução nº 306/2002 do Conselho Nacional Do Meio Ambiente (CONAMA) expõe que “meio ambiente é o conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química, biológica, social, cultural e urbanística, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. A mesma resolução ainda trata a respeito dos impactos ambientais como

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 2002).

De acordo com Jatobá (2011), a concentração populacional e de atividades produtivas em um espaço desencadeia impactos degradantes ao meio ambiente, podendo assim gerar impactos ambientais que ultrapassem os limítrofes urbano.

Santos (2008) ressaltou que a urbanização brasileira instalou em seu território diversos conteúdos e serviços de ciência, técnica e informação, o que ele nomeou de Meio Técnico Informacional. Por ser um país essencialmente agrícola, essa expansão permitiu produções em larga escala das culturas tradicionais (café, cacau) e não tradicionais (soja, cítricos) da época. Dessa forma, Jatobá (2011) avaliou que esse aumento nas produções agrícolas, juntamente com a pecuária, mineração e geração de energia, é responsável por gerar impactos concretados no meio ambiente.

Visando frear, remediar ou tratar os impactos causados ao meio ambiente, o Governo Federal brasileiro, ao longo dos anos, aprovou legislações sobre recursos hídricos, saneamento básico e criou órgãos como o CONAMA que determina as resoluções a respeito do meio ambiente (BRASIL,1981).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) instituída pela Lei nº 9.433/1997, estabeleceu o gerenciamento dos recursos hídricos de caráter descentralizado, atribuindo funções aos estados e à União, incluindo as bacias hidrográficas, e criou o Sistema

Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) que é implementado pela ANA (BRASIL, 1997). O Planejamento dos Recursos Hídricos é um dos instrumentos da PNRH, e é elaborado em três níveis: bacias hidrográficas, nacional e estadual (ANA, 2020a).

A Lei 11.445/07 estabelece que saneamento básico é o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). No cenário nacional observa-se que há uma abrangência do sistema de abastecimento de água, embora este não seja ainda universalizado, contudo, o mesmo ainda não se observa para o sistema de esgotamento sanitário que ainda é deficitário tanto quanto a coleta quanto ao tratamento (GARCIA; FERREIRA, 2017).

No Brasil, 83,3% da população é atendida com água tratada e 51,92% da população têm acesso à coleta de esgoto. Dentro destes, apenas 46% dos esgotos do país são tratados (SNIS, 2019).

A falta de saneamento básico, no que concerne aos aspectos de esgotamento sanitário e abastecimento de água potável, tem uma correlação com problemas de saúde pública e com degradação ambiental, apontado por Garcia e Ferreira (2017) como um dos principais degradantes das bacias hidrográficas, afetando a disponibilidade hídrica e a qualidade da água afetada.

As principais consequências relevantes da falta do saneamento são a ameaça à saúde pública, onde no Brasil em 2008 morreram mais de 15 mil pessoas de doenças relacionadas à falta de saneamento, tais como leptospirose, disenteria bacteriana, parasitoides, além do agravamento de epidemias como a dengue. A desassistência do saneamento gera desigualdades sociais, pois as áreas irregulares de moradia são excluídas do planejamento devido à dificuldade técnica para levar os serviços de sanear, essa restrição leva a mais uma consequência, a poluição dos recursos hídricos, através do lançamento de esgotos sanitários e lixo doméstico sem nenhum tratamento no leito dos rios. A urbanização compromete a limpeza urbana, o que acarreta na consequência da poluição urbana, onde o descarte adequado do lixo gerenciado seria em aterros sanitários, que trata adequadamente cada tipo de resíduo, mas por exigir um valor de investimento alto acaba sendo excluído pelas gestões públicas. Por fim, de acordo com pesquisa do Instituto Trata Brasil, em 2019, a falta de saneamento gera uma improdutividade, pois 11% das faltas dos trabalhadores estão relacionados a problemas de falta de saneamento, isso afeta a economia da seguinte forma: um trabalhador com acesso a saneamento adequado aumenta sua produtividade em 13,3% e resulta em 3,8% de ganho salarial por diminuição de faltas. Além disso, a universalização dos serviços básica projeta o valor do imóvel em até 18% (EOS, 2019).

A ineficiência ou inexistência de saneamento básico é responsável por doenças de veiculação hídrica classificadas como Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI), que causam a precarização do sistema público de saúde pois contribuem para epidemias de doenças como dengue e zika, que são doenças passíveis de erradicação através de um serviço de saneamento adequado e universalizado (FERREIRA *et al.*, 2016).

Alguns estudos como o de Garcia e Ferreira (2017) trazem a informação de que R\$1,00 investido em saneamento acarreta numa economia de R\$4,00 nos gastos de saúde pública, provando que o saneamento desempenha importante função nas ações preventivas.

O PLANSAB determina que deve haver um investimento anual na ordem de R\$12,5 bilhões por ano, contudo o que se foi observado entre os anos de 2001 e 2010 foi um investimento anual médio de R\$3,1 bilhões, onde a média de gastos em saneamento por habitante é em torno de R\$17,00. Em contrapartida a média de gastos com saúde por habitante é de R\$250,00 (FERREIRA *et al.*, 2016).

A análise dos impactos ambientais em áreas urbanas torna-se fundamental para o planejamento, desenvolvimento e ordenamento das cidades, dentro do escopo e aplicação do saneamento básico (drenagem de águas urbanas, abastecimento de água potável, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos), principalmente daquelas próximas a leitos de rios. A apropriação do espaço geográfico deve, portanto, satisfazer a necessidade de desenvolvimento da sociedade sem esgotamento dos recursos naturais e evitando-se situações de áreas que deveriam servir como suporte à preservação ambiental, como margens de córregos e rios (Áreas de Preservação Permanente – APP), serem ocupadas de forma desordenada e sem planejamento, acarretando problemas ambientais urbanos. Com isso, torna-se necessário um planejamento adequado e eficaz nas cidades, que garantam a todos os cidadãos uma qualidade de vida satisfatória, aliando-se planejamento urbano ao planejamento e à gestão ambiental, realizando de forma consciente medidas preventivas e corretivas para minimizar os impactos causados aos recursos naturais (SILVA, SANTOS e GALDINO, 2016).

2.2 Bacias Hidrográficas

O Conselho Nacional do Recursos Hídricos (CNRH), maior instância da hierarquia do SINGREH, estabelece as doze regiões hidrográficas brasileiras: Amazônica, Atlântico Leste, Atlântico NE Ocidental, Atlântico NE Oriental, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Paraguai, Paraná, Parnaíba, São Francisco, Tocantins-Araguaia e Uruguai. As regiões hidrográficas brasileiras são mostradas na Figura 3 (ANA, 2020a).

Figura 3 – Regiões hidrográficas brasileiras.



Fonte: Adaptado de ANA (2020a).

Em termos globais, o Brasil possui uma boa quantidade de água. As águas estão distribuídas irregularmente no território brasileiro e, próximo aos grandes centros econômicos e aglomerados populacionais, esse potencial está aproveitado praticamente em seu limite (ANA, 2020b). O Quadro 1 mostra a relação entre a disponibilidade hídrica e a população em cada região do país.

Quadro 1 – Relação entre disponibilidade hídrica e população por região.

Região	Disponibilidade Hídrica (%)	População (%)
Norte	70	8,32
Centro-Oeste	15	7,37
Sudeste	6	42,13
Sul	6	14,36
Nordeste	3	27,83

Fonte: Adaptado de IBGE (2010) e ANA (2010).

A ocupação do território, que acontece de forma intensa e desordenada gera conflitos pelo uso da água, em face, principalmente, de questões associadas à qualidade requerida para determinados usos, como problemas de poluição ou de consumo excessivo de água para irrigação. A relação entre a demanda e a disponibilidade hídrica ao longo dos principais cursos d'água do país (ANA, 2010).

A Figura 4 mostra a relação entre a demanda e a disponibilidade hídrica ao longo dos principais cursos d'água do país, que é o indicador que aponta a situação da utilização dos recursos hídricos no país. A disponibilidade é a vazão regularizada pelo sistema de reservatórios a montante, com 100% de garantia, somada à vazão com permanência de 95%, no trecho não regularizado. Em rios sem regularização, a disponibilidade é a vazão com permanência de 95% (ANA, 2010).

É possível observar que a situação de estresse hídrico na região hidrográfica pode acontecer por três motivos: baixa disponibilidade hídrica, alta demanda para abastecimento urbano e alta demanda para irrigação. A caracterização das regiões em diferentes níveis de criticidade e a espacialização desse índice permite refletir a situação real de utilização dos recursos hídricos e avaliar quão relevante é a estrutura de gestão requerida na bacia.

Figura 4 – Situação dos principais rios brasileiros: relação demanda/disponibilidade hídrica superficial.



Fonte: ANA (2010).

As faixas de classificação do balanço entre disponibilidade e demanda de recursos hídricos nas regiões hidrográficas é mostrada no Quadro 2.

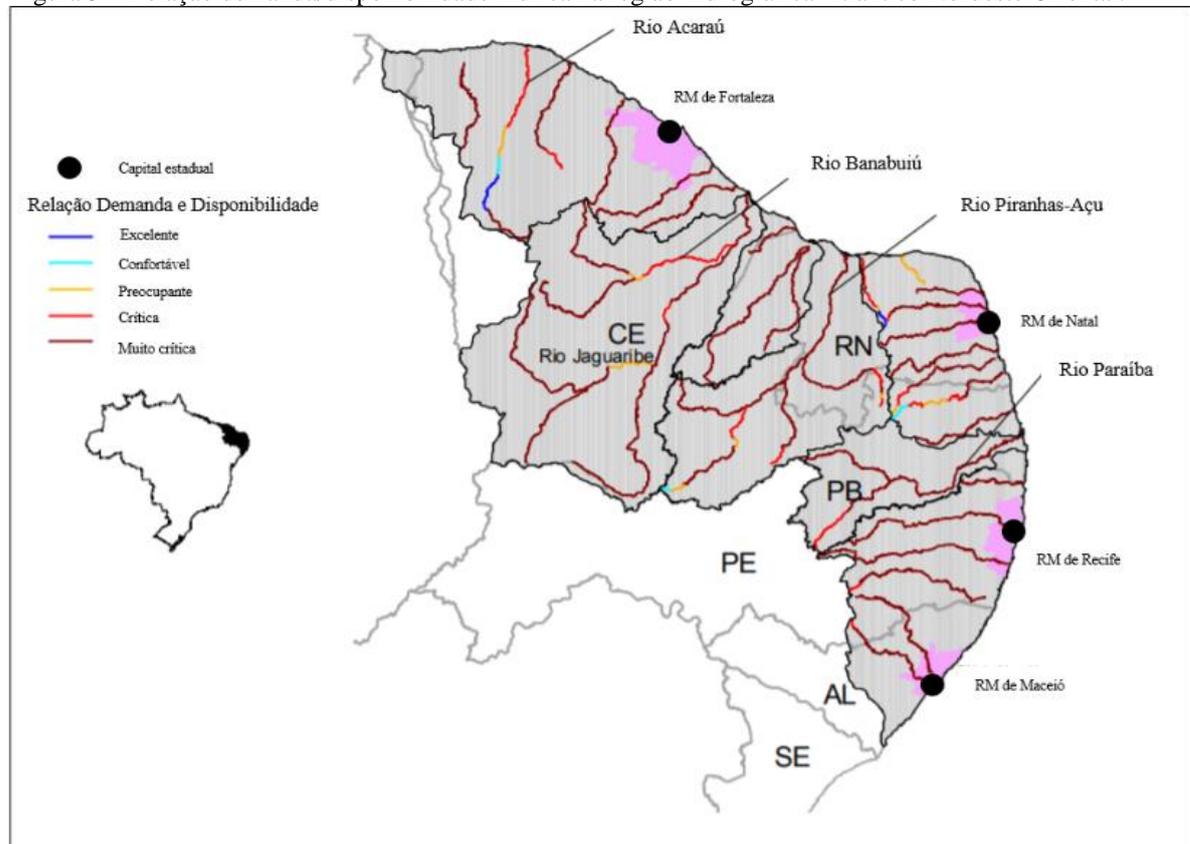
Quadro 2 – Parâmetros de classificação da disponibilidade hídrica.

Faixas de classificação – Disponibilidade Hídrica das Regiões Hidrográficas		
Intervalo	Classificação	Descrição
< 5%	Excelente	Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária.
5 a 10%	Confortável	Pode ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento.
10 a 20%	Preocupante	A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios.
20% a 40%	Crítica	Necessidade de intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos.
40%	Muito crítica	Necessidade de intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos.

Fonte: Adaptado de ANA (2010).

A região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, é responsável por 3,4% do território nacional e abrange 6 estados, sendo eles: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. A densidade demográfica dessa região é de aproximadamente 4 vezes a média brasileira, com um total de 21.606.881 habitantes, no qual 16.378.685 habitantes vivem em zonas urbanas, e o restante de 5.228.196 habitantes vivem em zona rural. A subdivisão desta região hidrográfica é composta por 6 divisões (Quadro 3) e a relação entre demanda e disponibilidade hídrica na região é mostrada na Figura 5 (MMA, 2006).

Figura 5 – Relação demanda/disponibilidade hídrica na região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental.



Fonte: Adaptado de ANA (2005).

Quadro 3 – Região hidrográfica Atlântico NE Oriental.

REGIÃO HIDROGRÁFICA ATLÂNTICO NE ORIENTAL	
Sub divisão	Área (km ²)
Paraíba	19.679,18
Litoral AL PE PB	43.168,41
Jaguaribe	73.175,41
Norte CE	59.271,24
Litoral RN PB	30.285,74
Piranhas - Apodi	59.701,22

Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

O estado do Ceará é responsável por 46% da superfície distribuída da região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, possuindo 12 bacias hidrográficas (MMA, 2006). A bacia do Curu está inserida na divisão do Norte CE, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Bacias Hidrográficas do Ceará.



Fonte: Adaptado de Souza *et al.* (2012).

2.3 Aspectos geoambientais da Bacia do Curu

A bacia do Curu está localizada no centro-norte do estado do Ceará, faz limites com as bacias Metropolitana, Acaraú, Litoral e com a sub-bacia do Banabuiú. (Figura 7) e possui uma área de drenagem de 8.750,75 km² (CEARÁ, 2009; SOUZA *et al.*, 2012; SRH, 2017).

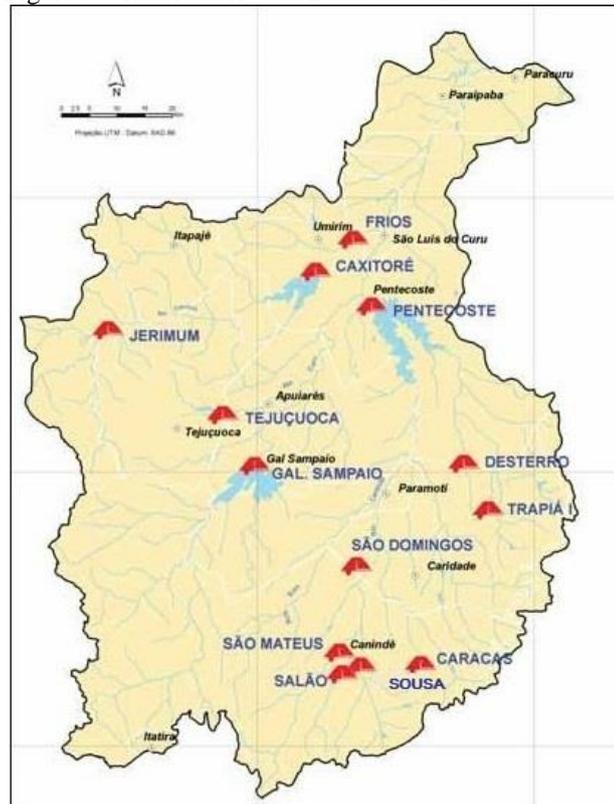
O solo é predominantemente cristalino, que se associa as Depressões Sertanejas Semiáridas, com solos rasos e formação de *inselbergs* com cobertura vegetal de caatinga. Contudo, no baixo vale, há sedimentos da Formação Barreiras e dos Depósitos Quaternários dos aluviões e sedimentos de praia (CEARÁ, 2009).

A bacia possui relevo moderado à forte, com grandes parcelas de seu divisor sendo formada por zonas montanhosas. No baixo vale, há ocorrência dos relevos baixos dos tabuleiros pré-litorâneos e a planície costeira no entorno da área estuarina, margeando os rios Curu, Canindé e Caxitoré (CEARÁ, 2009).

Quase toda a bacia está inserida no regime de irregularidades pluviométricas do semiárido e aos efeitos do balanço hídrico deficitário ao longo do ano. A rede de drenagem superficial é composta por rios de regime intermitentes sazonais. Devido ao solo cristalino predominante, o escoamento superficial é favorecido, o que diminui o potencial de águas subterrâneas (CEARÁ, 2009).

Essa bacia possui alto nível de açudagem, tendo 818 reservatórios, no qual 229 apresentam mais de 5 há de área superficial. Os reservatórios São Mateus e Sousa configuram como 2 dos 13 reservatórios mais importantes da bacia (Figura 9) por possuírem volume maior que 10 m³, o que é considerado a capacidade mínima para atender a demanda segundo o Governo do Estado (SRH, 2005; COGERH, 2008; FUNCEME, 2008 *apud*. CEARÁ, 2009).

Figura 9 – Reservatórios da Bacia do Curu.



Fonte: Ceará (2009).

2.4 Uso e Ocupação do Solo em Canindé/CE

A qualidade da água dos corpos hídricos está relacionada com a geologia local, o uso e ocupação do solo na região, além do controle dos poluentes. Esses fatores são responsáveis pelas alterações que ocorrem na bacia hidrográfica, na vegetação e no solo (TUCCI, 2002; LIU, ZHANG E LIU, 2011 *apud.* SCHMIDT, 2014).

A bacia do Curu inicialmente foi ocupada por tribos indígenas, com destaque para as tribos anassé, apuiaré e tapuia, que marcaram a região culturalmente e linguisticamente, onde suas influências são observadas nos nomes de grande parte dos municípios e rios da bacia. No início do século XIX, a região foi fragmentada em sesmarias e freguesias (GORAYEB, 2004).

De acordo com Gorayeb (2004), Canindé está localizado no alto Curu e é o município com maior concentração rural da bacia, possuindo mais de 50 assentamentos, que de acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), são unidades agrícolas independentes entre si. Os assentamentos dessa região correspondem a 54% dos assentamentos da bacia (INCRA, 2004 *apud.* GORAYEB 2004).

Gorayeb apresentou um estudo sobre uso e ocupação do solo na bacia do Curu, trazendo as principais atividades socioeconômicas desenvolvida na região pelos municípios (Quadro 4). As atividades apresentadas são: extrativismo vegetal, agropecuária, agricultura irrigada, aquicultura e pesca, indústria, comércio e serviços.

Quadro 4 – Uso e Ocupação do solo nos municípios da bacia do Curu.

CURSO DO RIO CURU	MUNICÍPIOS	PRINCIPAIS ATIVIDADES ECONÔMICAS									
		Extrativismo Vegetal	Agricultura de Subsistência	Agricultura de Produção	Agricultura Irrigada	Pecuária Extensiva	Extração de Areia	Aquicultura	Comércio	Indústria	Turismo
ALTO	Itatira	X	X	X		X			X	X	
	Canindé	X	X	X		X			X	X	X
	Caridade	X	X	X		X			X	X	
	Paramoti	X	X	X		X	X		X	X	
MÉDIO	General Sampaio	X	X	X		X			X	X	
	Tejuçuoca	X	X	X		X			X	X	
	Apuiarés	X	X	X		X		X	X	X	
	Itapajé	X	X	X		X			X	X	
	Pentecoste	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Umirim	X	X	X		X			X	X	
BAIXO	São Luís do Curu	X	X	X	X	X	X		X	X	
	Paraipaba	X	X	X	X	X		X	X	X	X
	Paracuru	X	X	X	X	X		X	X	X	X

Fonte: Adaptado de Gorayeb (2004).

A Lei Orgânica do município de Canindé, datada em 05 de abril de 1990, sofreu várias emendas ao longo dos anos e mandatos políticos, traz em seu texto como competência do município o serviço de abastecimento de água e esgotos sanitários, limpeza pública,

promover ordenamento territorial mediante planejamento e controle do uso, parcelamento e ocupação do solo urbano, defesa da fauna e flora, criação e execução do plano diretor, execução de obras de drenagem pluvial, dentre outras disposições.

Atribuiu ao município concorrentemente com o Estado e União os serviços de proteção do meio ambiente local, de acordo com as legislações fiscalizadoras federal e estadual, promover e executar saneamento básico. A Lei atribui à Câmara de Vereadores a atividade de elaborar e executar o plano diretor municipal, a proteção ao meio ambiente e o combate à poluição. Quanto a Política Urbana, afirma que o plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, é o principal instrumento, no qual esse plano defender que o uso e ocupação do solo deverão respeitar as legislações urbanísticas e proteger o patrimônio ambiental.

A Lei municipal nº 1648/2000 dispõe sobre as normas para o parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Canindé, e faz parte do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU). No Capítulo I, apresenta como definição de infraestrutura básica

A benfeitoria de saneamento e integração de áreas oferecendo acesso a serviços urbanos como redes de abastecimentos d'água potável, esgoto sanitário, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação pavimentadas, com sistema de drenagem de águas superficiais ou não. (CANINDÉ, 2000).

Outras definições apresentadas são a de ocupação do solo, “que é o parâmetro de controle para ocupação do edifício no lote, relacionado às densidades urbanas e populacional” e uso do solo, que “é o resultado de toda e qualquer atividade que implique em apropriação de um espaço ou terreno” (CANINDÉ, 2000).

O plano de organização físico-territorial do município tem como objetivos gerais promover o uso e a ocupação do solo urbano, de forma adequada e racional; estimular e orientar o desenvolvimento urbano e organizar o parcelamento do solo. Como objetivos específicos pode-se apresentar: controlar o uso do solo urbano, indicando locais mais apropriados a cada atividade para evitar conflitos e incompatibilidade e controlar as densidades a serem atingidas na utilização do solo urbano, com a finalidade de otimizar a utilidade de serviços básicos e permitir o adequado alojamento populacional;

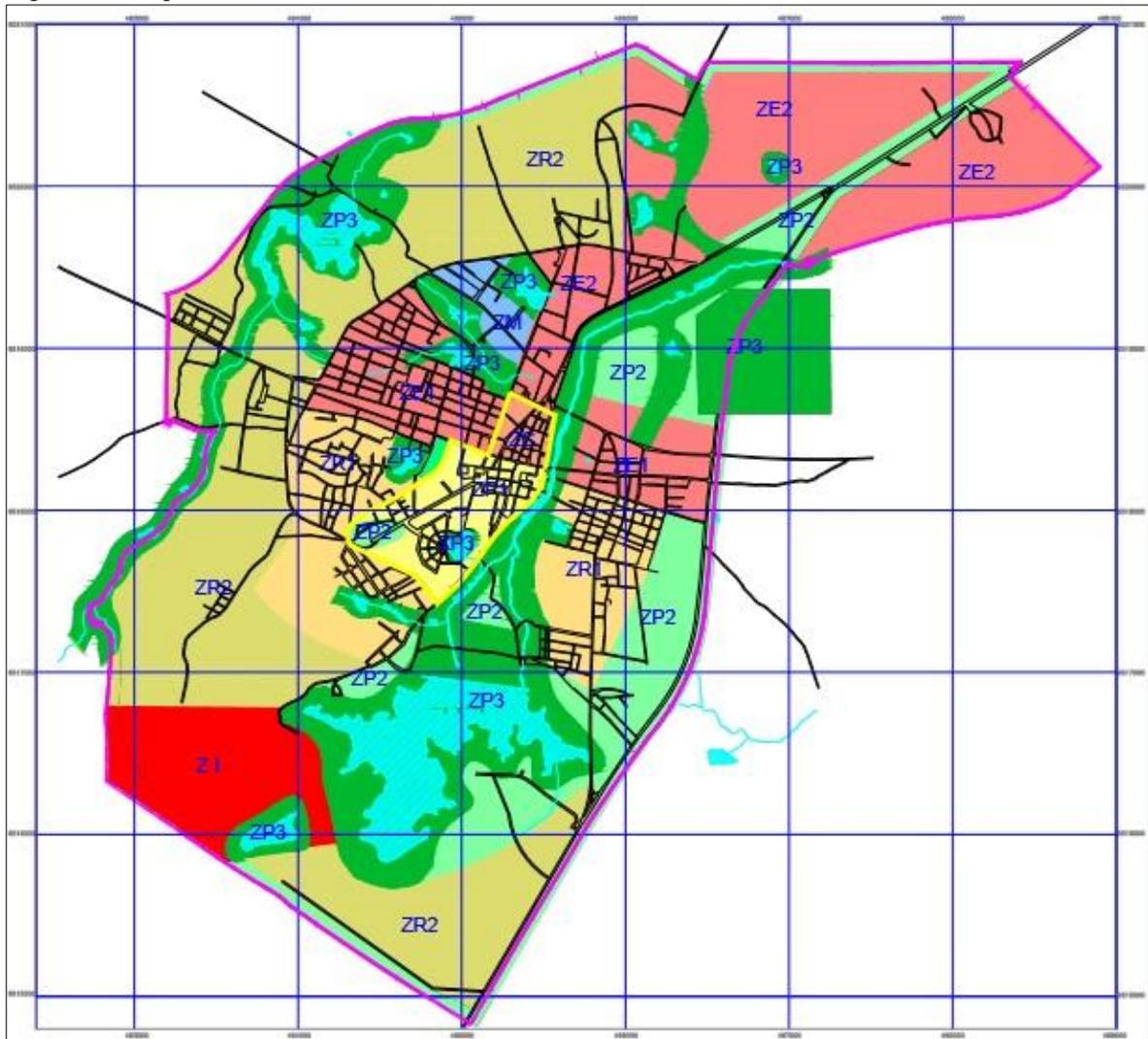
O PDDU/Canindé divide ao município em zonas funcionais de acordo com as classes de uso, apresentada na Figura 10 e Quadro 5.

Quadro 5 – Zoneamento de Canindé definido pelo PDDU.

ZONEAMENTO DE CANINDÉ		
ZONA	SUBZONA	DESCRIÇÃO
Zona Central de Uso Diversificado Residencial, Comercial e de Serviços com Restrição para Proteção do Patrimônio Cultural	ZC	-
Zona de Uso Diversificado Residencial, Comercial e de Serviços	ZE1	Zona de expansão do centro de uso predominantemente residencial.
	ZE2	Zona de expansão do turismo religioso, de uso diversificado.
Zona Residencial	ZR1	Para consolidação da área residencial mais integrada ao centro da cidade.
	ZR2	Para estruturação de áreas residências mais segregadas do centro da cidade, com indicação para maior adensamento populacional.
Zona Industrial	ZI	-
Zona Institucional	ZM	-
Zona Especial de Proteção Ambiental	ZP1	Zona de proteção do patrimônio cultural, específica para preservação do patrimônio religioso, cultural e ambiental.
	ZP2	Zona de proteção da paisagem natural, para conservação dos recursos naturais e específica para proteção do patrimônio paisagístico, com instituição de faixas de proteção dos morros com cotas acima de 180m.
	ZP3	Zona de proteção dos recursos hídricos, específica para proteção ambiental, com instituição de faixas de proteção dos recursos hídricos.
Corredor de Atividades em Vias Arteriais e Colaterais	CA1	Para estruturação dos setores comunitários com implantação de equipamentos comunitários.
	CA2	Para estruturação dos macro-setores urbanos com implantação de equipamentos urbanos.
	CA3	Para estruturação de áreas de expansão com implantação de infraestrutura básica.
	CA4	Para estruturação dos acessos à cidade de Canindé com implantação de equipamentos de grande porte.

Fonte: Adaptado de PDDU/Canindé (2000).

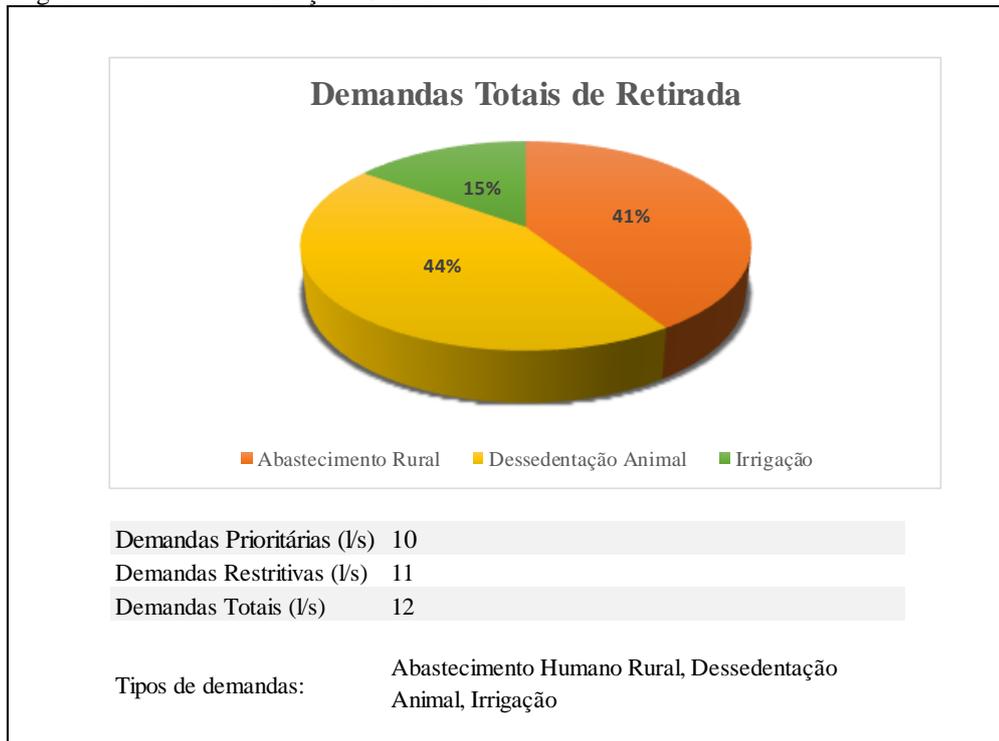
Figura 10 - Mapa de Zoneamento de Canindé.



Fonte: PDDU/Canindé (2000).

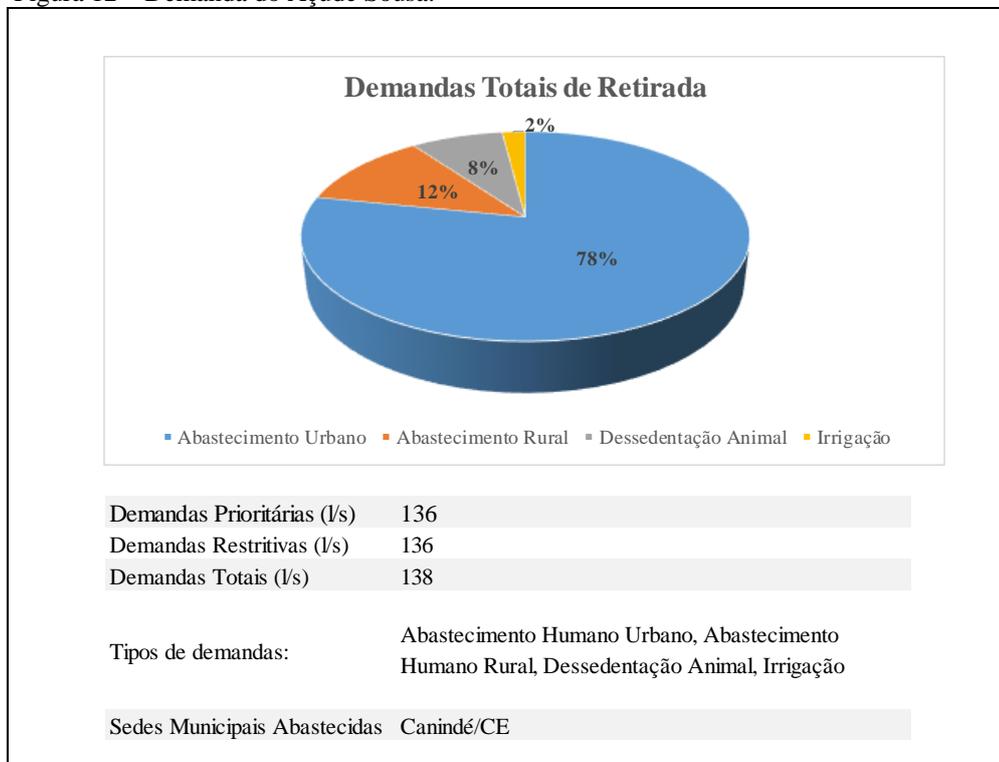
A ANA (2017) apresentou, em seu relatório dos reservatórios do semiárido brasileiro, as demandas dos principais reservatórios da bacia do Curu, entre eles estão São Mateus (Figura 11) e Souza (Figura 12). Além da demanda individual de cada reservatório, a agência fez um gráfico comparativo das principais atividades abastecidas pelos reservatórios desta bacia (Figura 13).

Figura 11 – Demanda do Açude São Mateus.



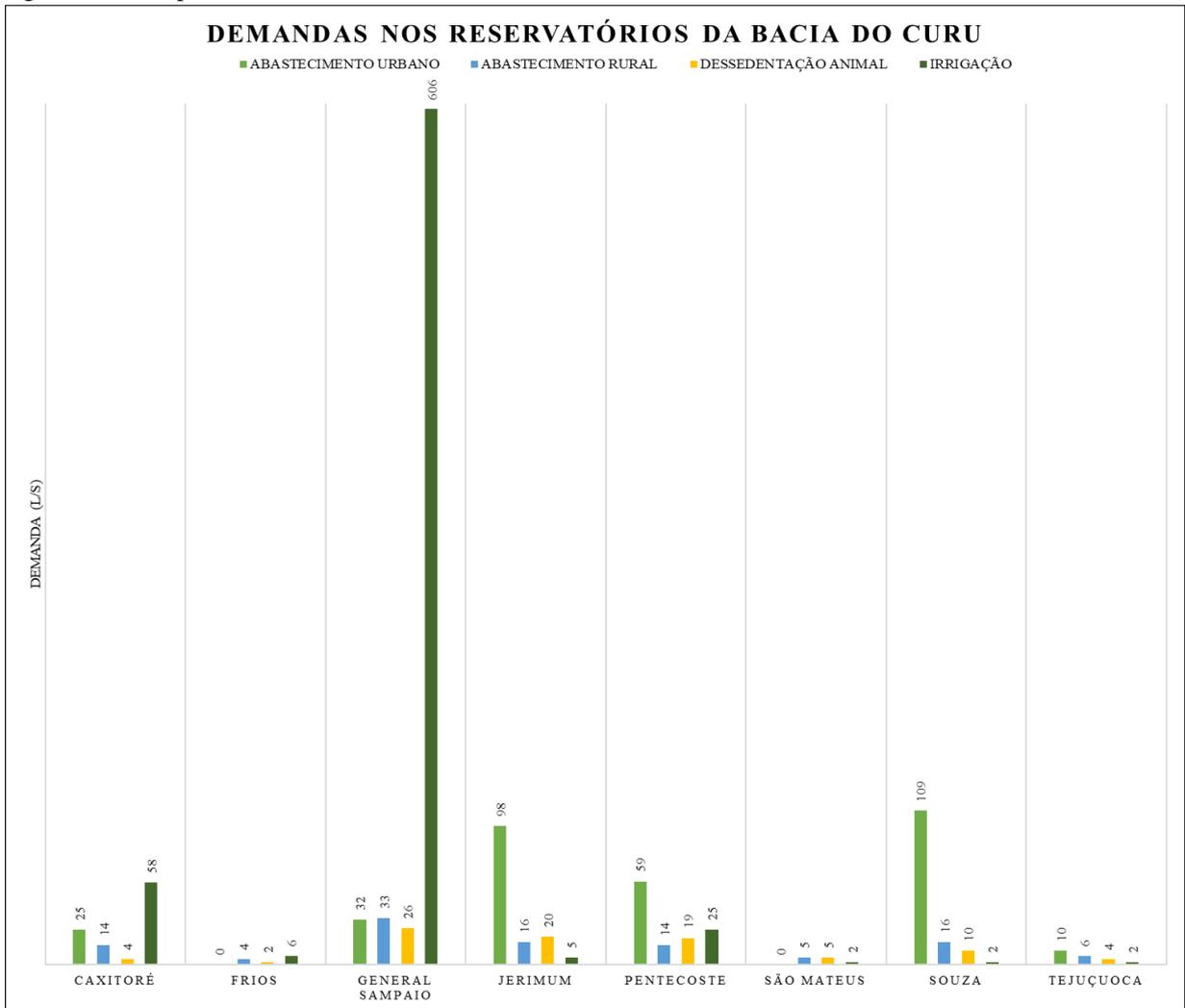
Fonte: Adaptado de ANA (2017).

Figura 12 – Demanda do Açude Sousa.



Fonte: Adaptado de ANA (2017).

Figura 13 – Comparativo entre as demandas nos reservatórios da bacia do Curu.



Fonte: Adaptado de ANA (2017).

2.5 Histórico de Pluviometria em Canindé/CE

A Revista do Instituto do Ceará disponibiliza pesquisas de vários historiadores do estado, dentre eles está Augusto Rocha, historiador e escritor canindeense que escreveu “Notas Cronológicas de Canindé”, em 1914, onde retrata descrições sobre os períodos de inverno e seca do período de 1877 a 1909 (WILLEKE, 1973). Cordeiro (2012) apresentou uma resenha dos fatos descritos por Augusto Rocha em 1914, desde movimentos migratórios da população do município de Canindé, e relatos do período invernal (Quadro 6).

Quadro 6 – Histórico de secas e cheias em Canindé

Histórico de secas e cheias no município de Canindé			
Período 1877 - 1909			
Ano	Situação	Ano	Situação
1877	Grande seca depois de 32 anos de inverno; O governo criou frentes de trabalho para construir o açude São Mateus.	1894	Registro de cheias que causaram muitos prejuízos, pois a água dos rios levaram muitas plantações.
1878	A seca continuou e o vilarejo estava quase despovoado; A fome e a varíola mataram muitas pessoas.	1895	Registro de cheias semelhantes ao ano anterior.
1879	Houve um pequeno inverno suficiente para plantação de alguns legumes; Iniciada a construção do mercado da cidade.	1896	O inverno tardio mas regular; Primeira farmácia da vila.
1880	Houve um inverno regular onde permitiu produção suficiente para a manutenção, as criações de animais também foram produtivas; O povo retornou para seus lares repovoando o município.	1897	Registro de inverno tardio mas regular, semelhante ao ano anterior.
1881	Ótimo inverno, os alimentos baratearam.	1898	Houve uma grande seca, sendo considerada pior do que a de 1877. Muitas pessoas morreram, e o gado também. O restante da criação foi levado para Quixeramobim e Santa Quitéria; O governo nada fez para amenizar a situação.
1882	Ótimo inverno, houve muita caça e produção de mel.	1899	Registro de cheias que arrastaram as plantações.
1883	Ótimo inverno, com muita produção de legumes e pasto; Nesse ano ocorreu a libertação dos escravos do município.	1900	O inverno foi escasso mas não houve fome devido as reservas do ano anterior.
1884	Ótimo inverno; Continuidade da construção da Igreja das Dores.	1901	O inverno foi regular; O gado engordou extraordinariamente.
1885	Inverno tardio mas abundante; Término da construção da Igreja das Dores.	1902	Registro de inverno escasso.
1886	Registro de bom inverno.	1903	O inverno foi escasso, suficiente apenas para pastagem; Circulou o primeiro jornal do município.
1887	Registro de bom inverno.	1904	Registro de inverno regular; Surgiu a febre amarela que fez muitas vítimas no campo e na cidade.
1888	Houve seca que matou muito gado, os que sobreviveram foram levados para Quixeramobim e Banabuiú; O preço dos alimentos subiu.	1905	Sem registro.
1889	Inverno escasso e tardio; O governo mandou construir o Açude do Riacho Sujo para empregar a população.	1906	O inverno foi bom mas apareceu uma praga de garfanotos nas plantações.
1890	Registro de inverno regular.	1907	Não houve inverno, o gado foi retirado para Quixeramobim e Santa Quitéria; A cólera, influenza e febre amarela causaram muitas mortes;
1891	Registro de inverno escasso.	1908	Registro de mais um ano de seca.
1892	O inverno foi mais uma vez escasso; Apareceu a varíola.	1909	O inverno foi regular, mas apareceu uma peste de lagarta de dizimou as plantações.
1893	Registro de bom inverno.		

Fonte: Adaptado de Cordeiro (2012).

A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) é responsável pelo monitoramento dos eventos pluviométricos. Contudo, os registros para o

município de Canindé só estão disponíveis a partir do ano 2000. O Quadro 7 mostra a média pluviométrica de cada ano no município de acordo com os registros disponibilizados pela FUNCEME.

Quadro 7 – Histórico de pluviometria de Canindé

Histórico de Inverno e Seca de acordo com a pluviometria			
Período 2000 a 2020			
Ano	Média Pluviométrica (mm)	Pluviometria observada (mm)	Análise da situação
2000	676,5	198,6	Seca pluviométrica
2001	676,5	397,0	Seca pluviométrica
2002	676,5	796,0	Bom inverno
2003	676,5	713,2	Bom inverno
2004	676,5	1126,7	Bom inverno
2005	676,5	674,6	Inverno regular
2006	676,5	816,4	Bom inverno
2007	676,5	497,4	Seca pluviométrica
2008	676,5	623,8	Inverno regular
2009	676,5	1227,0	Bom inverno
2010	676,5	134,8	Seca pluviométrica
2011	676,5	708,0	Bom inverno
2012	676,5	268,0	Seca pluviométrica
2013	676,5	447,8	Seca pluviométrica
2014	676,5	483,0	Seca pluviométrica
2015	676,5	424,0	Seca pluviométrica
2016	676,5	611,4	Inverno regular
2017	676,5	810,8	Bom inverno
2018	676,5	689,0	Bom inverno
2019	676,5	608,1	Inverno regular
2020	676,5	522,8 *	Inverno regular**
*Valor informado pela Funceme até o dia 27/03/2020, podendo ainda sofrer alterações de valor,			
**Parâmetro em função do valor divulgado pela Funceme até o dia 27/02/2020, podendo sofrer alteração,			

Fonte: Adaptado de FUNCEME (2020).

Para a análise da situação mostrada no Quadro 7, tem-se a legenda que relaciona e esclarece se o índice pluviométrico apresentado corresponde a uma situação de seca pluviométrica, inverno regular ou inverno bom mostrada no Quadro 8.

Quadro 8 – Parâmetro de classificação de inverno.

Parâmetro (mm)	Situação
0-500	Seca pluviométrica
500 - 676,5	Inverno regular
A partir de 676,5	Bom inverno

Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

2.6 Parâmetros de Qualidade da Água

De acordo com o tipo de uso e ocupação do solo, em áreas urbanas originam-se as fontes poluentes dos corpos hídricos, que pode ser desde efluentes domésticos e industriais, como também escoamento superficial urbano e agrícola. Cada fonte possui suas características poluentes que são: contaminantes orgânicos, nutrientes que causam eutrofização, bactérias e outros, caracterizados pela Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005.

Existe uma grande variedade de contaminantes nos corpos de água, que são divididos em grupos, contudo a diversidade das indústrias aumentou ainda mais a diversidade desses contaminantes, tornando praticamente impossível a determinação de todos os poluentes presentes em águas superficiais, em um tempo relativamente curto. Dessa forma, foram criados parâmetros de qualidade da água que consideram os principais poluentes, com o objetivo de monitorar e fiscalizar o ambiente, obedecendo a Resolução do CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005.

Os parâmetros de qualidade da água são separados em quatro grupos, sendo eles: físicos, químicos, microbiológicos, bioensaios ecotoxicológicos e radiológicos (BRASIL, 2005).

O Anexo XX da Portaria de Consolidação n° 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde do Brasil, trata das normas referente as ações, serviços de saúde e padrões de especificações físico-químicos, radiológicos e microbiológicos de potabilidade, água própria para consumo humano que não possui efeitos adversos a saúde. Tal fiscalização é de responsabilidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2017).

2.6.1 Parâmetros Físicos

São parâmetros físicos de qualidade da água: temperatura, condutividade elétrica, sólidos, cor e turbidez, descritos pelo Portal Tratamento de Água (2015).

O aumento da temperatura da água diminui a solubilidade de gases como O₂.

A condutividade corresponde as substâncias dissolvidas que se dissociam em cátions e ânions, na qual a dissolução desses está relacionado com a temperatura. A maioria dos sais encontrados na água são de origem antropogênica, provenientes de descargas industriais, consumo de sal nas residências e excreções da população e de animais.

Os sólidos são as diversas partículas presente, sedimentáveis ou não, separadas, geralmente, por um processo de filtração.

A cor da água é natural depende do teor de matéria orgânica decomposta, além dos íons de Fe e Mn. As alterações são de responsabilidade antropogênicas.

Por fim, a turbidez é uma medida que avalia o quanto a luz passa pela água. Águas com alto teor de turbidez, ou seja, turvas, desfavorecem o processo de fotossíntese realizado pela vegetação aquática, impactando diretamente não só na flora, mas também na fauna aquática. Os parâmetros limite de turbidez são definidos pela Portaria de Consolidação n° 5, de 28 de setembro de 2017, em seu Anexo XX, mostrado no Quadro 9.

Quadro 9 – Padrão de turbidez para água pós filtração ou pré desinfecção.

TRATAMENTO DE ÁGUA	VMP(1)
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT(2) em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5(3)uT(2) em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0(3)uT(2) em 95% das amostras
(1) Valor Máximo Permitido.	
(2) Unidade de Turbidez.	
(3) Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado § 2º do art. 30.	

Fonte: Adaptado de Brasil (2017).

2.6.2 Parâmetros Químicos

São parâmetros químicos de qualidade da água: alcalinidade, dureza, pH, oxigênio dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), série de nitrogênio, fósforo total, surfactantes, óleos e graxas, cianetos, fenóis e demais contaminantes orgânicos, ânions como cloretos e sulfetos, e íons metálicos como ferro, potássio, sódio, magnésio, manganês, alumínio, zinco, bário, cádmio, níquel, chumbo, cobre, cromo III, cromo VI, selênio, mercúrio, arsênio e boro. O Portal Tratamento de Água (2015) descreve esses parâmetros apresentados abaixo.

A alcalinidade, dureza e pH estão relacionados à presença de CO₂, CO₃²⁻, CA²⁺, Mg²⁺ e H⁺. Águas mais alcalinas geralmente apresentam dureza moderada ou alta, e possuem pouca quantidade de H⁺. A importância desses parâmetros está relacionada a necessidade dos

seres vivos de uma água com pH próximo a neutralidade, e ainda alterações fora dos padrões podem ocasionar em água com sabor desagradável e efeitos laxativos. Além disso, as tubulações, domésticas ou industriais, podem ser entupidadas pelas águas duras, ou ainda sofrerem lixiviação dos elementos metálicos.

O oxigênio dissolvido, DBO e DQO representam a quantidade de oxigênio dissolvido e indicam os possíveis tipos de poluentes. O DBO trata-se da quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica através de processos bioquímicos. Quanto ao DQO, trata-se da quantidade necessária de oxigênio para oxidar a matéria orgânica com um agente químico, sendo útil para detectar substâncias resistentes à degradação biológica.

A série de nitrogênio é dada pelos compostos orgânicos, amoniacal, nitrato e nitrito, e juntamente com os fósforos totais quando encontrados em teores altos indicam poluição por efluentes industriais ou domésticos.

Os surfactantes são compostos químicos dos detergentes, responsáveis pela quebra da tensão superficial da água, o que gera espuma e deixa a sujeira em suspensão nos corpos hídricos.

Os óleos e graxas são dificilmente encontrados em águas superficiais, mas devido sua propriedade de serem pouco solúveis dificultam o tratamento da água. Os fenóis e demais contaminantes orgânicos são de origem industrial e pode afetar o sabor dos peixes e consequências como lesões na pele e indisposições físicas, e ainda podem apresentar toxicidade.

Por fim, os ânions representam os sais presentes na água, enquanto os íons metálicos são provenientes da lixiviação de fertilizantes e despejos de efluentes, podendo apresentar toxicidade.

O Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde do Brasil traz que para água atingir seu padrão de potabilidade para consumo humano ela deve passar pelo processo de desinfecção por meio da cloraminação, com cloro residual determinado de acordo com o quadro 10.

Quadro 10 – Tempo de contato mínimo (min) para desinfecção por meio de cloraminação.

C (1)	TEMPERATURA 20°C							TEMPERATURA 20°C							TEMPERATURA 20°C						
	Valores de pH							Valores de pH							Valores de pH						
	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	≤ 6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
≤ 0,4	14	17	20	25	29	34	40	9	12	14	18	21	24	28	6	8	10	12	15	17	20
0,6	10	12	14	17	21	24	28	7	8	10	12	15	17	20	5	6	7	9	10	12	14
0,8	7	9	11	14	16	19	22	5	6	8	10	11	13	16	3	5	6	7	8	10	11
1,0	6	8	9	11	13	16	12	4	5	6	8	9	11	13	3	4	5	6	7	8	9
1,2	5	7	8	10	11	13	16	4	5	5	7	8	10	11	3	3	4	5	6	7	8
1,4	5	6	7	9	10	11	14	3	4	5	6	7	8	10	2	3	4	4	5	6	7
1,6	4	5	6	8	9	11	12	3	4	4	5	6	7	9	2	3	4	4	4	5	6
1,8	4	5	6	7	8	10	12	3	3	4	5	6	7	8	2	2	4	3	4	5	6
2,0	3	4	5	6	7	9	10	2	3	4	4	5	6	7	2	2	4	3	4	4	5
2,2	3	4	5	6	7	8	9	2	3	3	4	5	6	7	2	2	2	3	3	4	5
2,4	3	4	4	5	6	8	9	2	3	3	4	4	5	6	2	2	2	3	3	4	4
2,6	3	3	4	5	6	7	8	2	2	3	3	4	5	6	1	2	2	3	3	4	4
2,8	3	3	4	5	6	7	8	2	2	3	3	4	5	5	1	2	2	3	3	3	4
3,00	2	3	4	4	5	6	7	2	2	3	3	4	4	5	1	2	2	3	3	3	4

(1) C: residual de cloro livre na saída do tanque de contato (mg/L).

Fonte: Adaptado de Brasil (2017).

2.6.3 Parâmetros Microbiológicos

São parâmetros microbiológicos os coliformes termotolerantes e totais. Os coliformes totais são bactérias encontradas nas fezes de animais de sangue quente. Os coliformes termotolerantes representam um grupo de bactérias de origem exclusiva do trato intestinal humano. Ambos os grupos representam indicadores de contaminação microbiológica. As concentrações permitidas são determinadas pela Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, em seu Anexo XX, apresentando no Quadro 11 (BRASIL, 2017).

Quadro 11 – Padrão microbiológico da água para consumo humano.

TIPO DE ÁGUA		PARÂMETRO		VMP(1)
Água para consumo humano		Escherichia coli (2)		Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais (3)		Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	Escherichia coli		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais (4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês

(1) Valor Máximo Permitido.

(2) Indicador de contaminação tolerante.

(3) Indicador de eficiência de tratamento.

(4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Fonte: Adaptado de Brasil (2017).

2.6.4 Ensaios Ecotoxicológicos

Constitui o ensaio para determinar o potencial tóxico de um agente químico ou de uma mistura, onde se define o grau de toxicidade observando o comportamento do agente em contato com um crustáceo conhecido, se causa morte, alteração fisiológica, reprodutivas e outros (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015).

3 METODOLOGIA

3.1 Tipologia da Pesquisa

A metodologia de um trabalho é definida através dos métodos, ferramentas e procedimentos utilizados para produzir conhecimento. Dessa forma, metodologia é a ciência que reúne, estuda, analisa e critica os métodos empregados em pesquisas (UNIVERSIA BRASIL, 2019).

Segundo Yin (2015), existe cinco principais métodos de pesquisa, sendo eles: experimentos, levantamentos, análise de arquivos, pesquisas históricas e estudo de caso. A diferença entre essas metodologias pode ser observada no Quadro 12.

Quadro 12 – Situações relevantes para diferentes métodos de pesquisa.

MÉTODO	FORMA DE QUESTÃO DE PESQUISA	EXIGE CONTROLE DOS EVENTOS COMPORTAMENTAIS?	ENFOCA EVENTOS CONTEMPORÂNEOS?
Experimento	Como, por quê?	Sim	Sim
Levantamento	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim
Análise de arquivos	Quem, o quê, onde, quantos, quanto?	Não	Sim/Não
Pesquisa histórica	Como, por quê?	Não	Não
Estudo de caso	Como, por quê?	Não	Sim

Fonte: Adaptado de Yin (2015).

As questões “como” e “por quê” relevam uma pesquisa de caráter explicativo, onde os métodos de estudo de caso, experimento e pesquisa histórica são preferidos. Um experimento preocupa-se apenas com o fenômeno em contexto, manipulando as variáveis. A pesquisa histórica trata geralmente de fenômenos não contemporâneos. Por fim, um estudo de caso não distingue o fenômeno e o contexto da situação real e atual (YIN, 2015).

O estudo de caso, ainda de acordo com Yin (2015), tem como característica na investigação:

- Enfrenta a situação tecnicamente diferenciada por existir mais variáveis de interesse do que pontos de dados;
- Possui múltiplas fontes de evidências;
- Beneficia-se de proposições teóricas anteriores para orientar a coleta e análise dos dados.

Uma pesquisa de tipologia quali-quantitativa traz em sua abordagem elementos qualitativos, por buscar explicar a razão por trás dos fenômenos, e elementos quantitativos, por

Possui aspectos climáticos tropical quente semiárido e tropical quente semiárido brando, com temperaturas médias entre 26°C e 28°C, com pluviosidade média de 756,1 mm, distribuídos no período chuvoso que ocorre, geralmente, de fevereiro a abril. Seu relevo é caracterizado por maciços residuais e depressões sertanejas, com vegetação caatinga arbustiva aberta, caatinga arbustiva densa e floresta subcaducifólia tropical pluvial.

Em seu território há duas bacias hidrográficas, sendo elas bacia Metropolitana e bacia do Curu, na qual a segunda possui mais expressão nesse território (Figura 15) (IPECE, 2019).

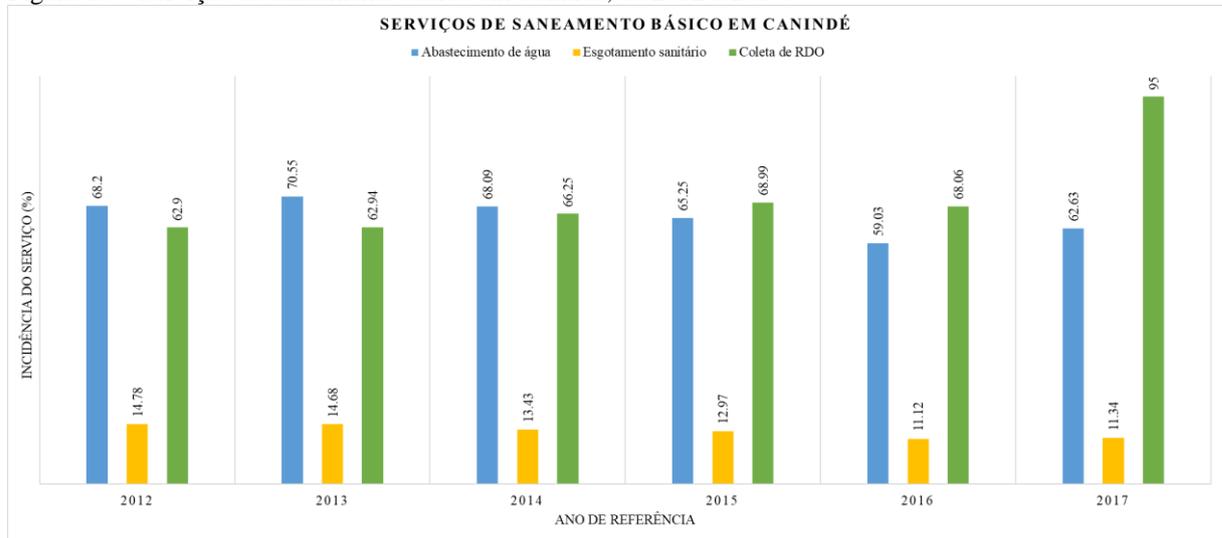
Figura 15 – Bacias Hidrográficas do Ceará.



Fonte: Adaptado IPECE (2019).

Canindé possui dados cadastrados na série histórica disponível do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento de três sistemas de saneamento básico: abastecimento de água, de esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos. A Figura 16 mostra os dados coletados no SNIS.

Figura 16 – Serviços de saneamento básico em Canindé, de 2012 a 2017.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Observa-se que uma irregularidade quando ao abastecimento de água e esgotamento sanitário, ocorrendo uma oscilação na incidência do serviço. Além disso, o percentual de esgotamento sanitário é baixíssimo quando comparado aos outros serviços. A coleta de resíduos sólidos domésticos (RDO) é o único serviço que apresenta ascensão ao longo dos anos.

Ainda de acordo com a série histórica do SNIS, os parâmetros de qualidade da água analisados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Canindé são cloro residual, turbidez e coliformes total. O Quadro 13 mostra o percentual de análises com resultados fora do padrão aceitável de potabilidade nos anos de 2012 a 2017.

Quadro 13 – Parâmetros de qualidade da água em amostras analisadas.

Parâmetros de Qualidade da Água			
Ano	Amostras com qualidade fora do padrão (%)		
	Cloro residual	Turbidez	Coliformes totais
2012	0	-	1,73
2013	0	8,52	8,06
2014	27,47	27,47	0
2015	0	9,58	0
2016	0	5,85	0
2017	0	28,24	5,25

Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Os principais reservatórios da bacia do Curu situados no município de Canindé são: Açude São Mateus e Açude Sousa, ambos são responsáveis por abastecimentos populacional e

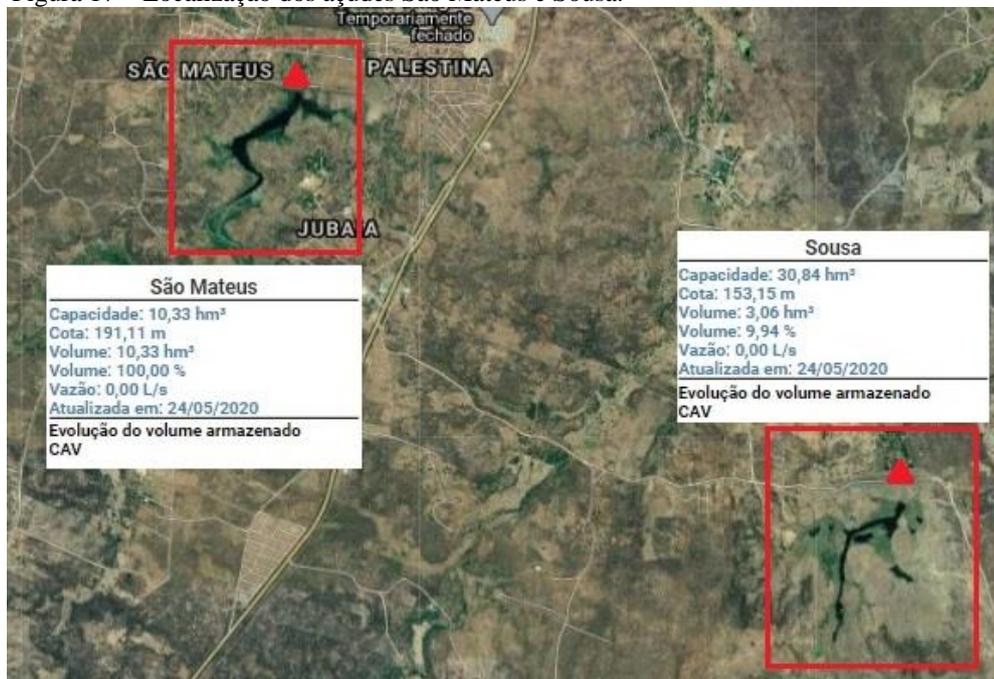
irrigação do município, sendo o primeiro localizado dentro do perímetro urbano e o segundo no assentamento rural Sousa.

O Açude São Mateus, inaugurado no ano de 1957, é produto do barramento do Rio Canindé. Possui área de 232,02 m² e capacidade de 10,33 hm³, com vazão regularizada de 0,03 m³/s. Atualmente, possui 0,03% da sua capacidade hídrica e vazão nula (COGERH, 2020b).

O Açude Sousa, inaugurado no ano de 1999, é produto do barramento do riacho Juriti. Possui área de 204,83 m² e capacidade de 30,84 hm³, com vazão regularizada de 0,3 m³/s. Atualmente, possui 1,28% da sua capacidade hídrica e vazão nula (COGERH, 2020b).

A Figura 17 mostra a localização dos açudes São Mateus e Sousa.

Figura 17 – Localização dos açudes São Mateus e Sousa.



Fonte: Adaptado de COGERH (2020a).

3.3 Etapas da Pesquisa

O método de pesquisa consiste nas atividades realizadas para alcançar um objetivo, tratando-se então de um caminho seguido para obter resultados desejados com economia e segurança (MORESI, 2003 *apud*. LAMB, 2013). O método de pesquisa se iniciou com o referencial teórico, que traz conceitos de urbanização e meio ambiente, bacias hidrográficas, e indicadores de qualidade da água, além disso, aborda informações como uso e ocupação do solo e índices pluviométricos do município onde está inserido os objetos desse estudo.

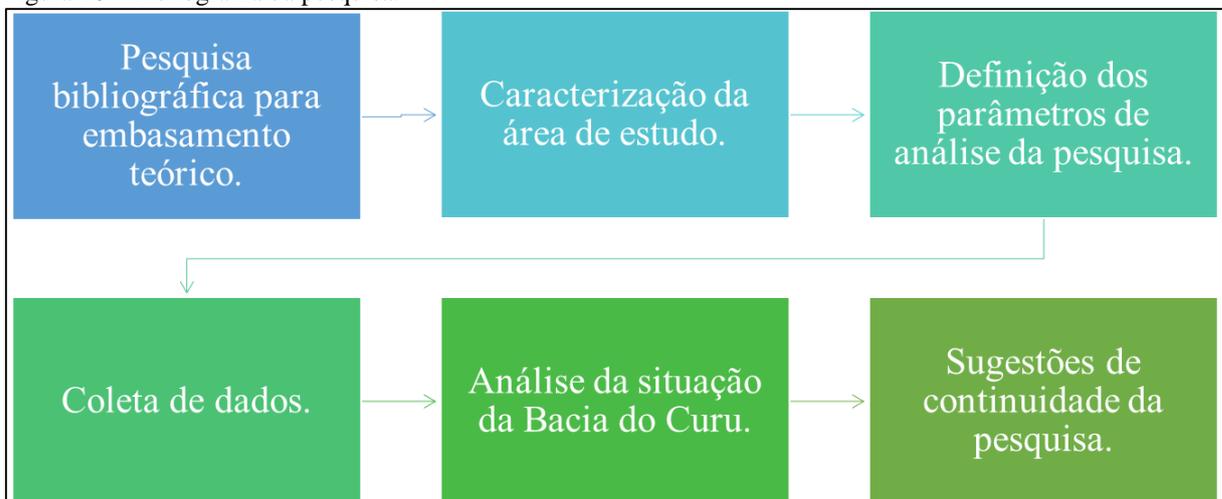
A segunda etapa do método consiste na caracterização da área de estudo, onde são apresentadas características gerais de localização, clima, pluviometria, relevo e vegetação. Além de dados sobre o abastecimento de água, saneamento básico.

A coleta de dados foi realizada em campo, com amostras e relatórios fotográficos e através de documentos, sendo assim caracterizados pela técnica de observação direta e documentação direta, permitindo que ocorra uma análise dos dados de acordo com os parâmetros que melhor classifiquem a condição de qualidade da água dos corpos hídricos desse estudo.

Com a obtenção dos resultados das análises feitas através da observação do relatório fotográfico e dos gráficos das séries históricas de parâmetros de qualidade da água disponibilizados no SNIS e na companhia de abastecimento urbano de Canindé, foi possível relatar a condição atual da bacia do Curu no município de Canindé, permitindo que seja proposto soluções para a revitalização da bacia e consequente melhora nos indicadores de qualidade da água.

Por fim, as considerações finais acerca do trabalho realizado, e sugestões de estudos futuros relacionados com essa pesquisa, com os objetos desse estudo, ou similares. A Figura 18 mostra o fluxograma simplificado das fases de execução da pesquisa.

Figura 18 – Fluxograma da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

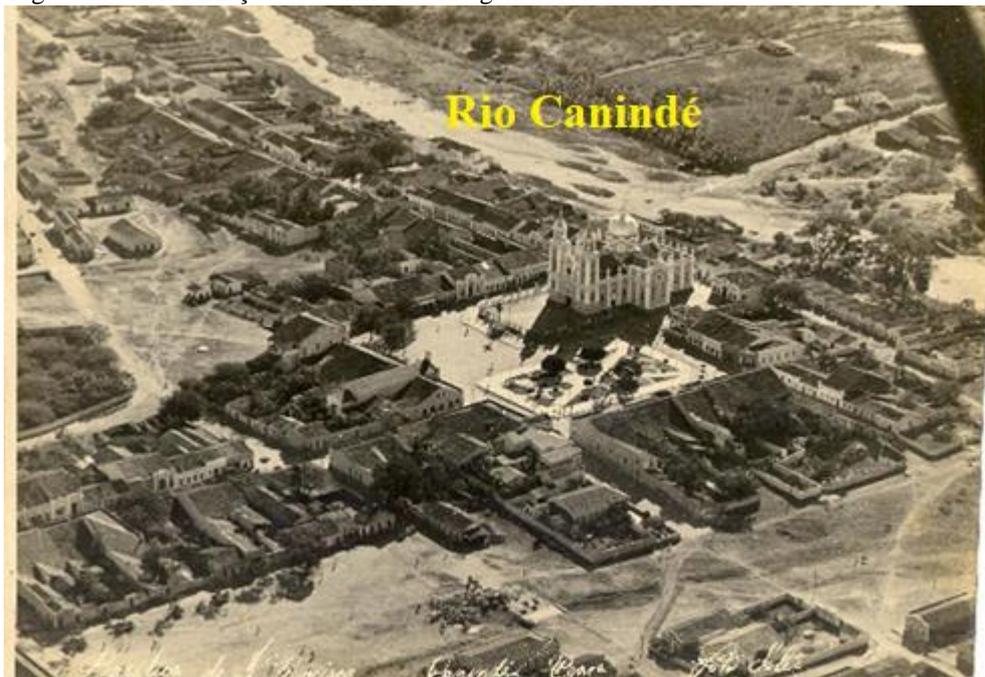
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 O Processo de Urbanização de Canindé

A colonização do Ceará ocorreu em parceria com as Santas Missões, após o decreto do governo de Portugal que determinava a proibição da criação de gado a menos de dez léguas do litoral. A partir de então, os padres missionários começaram a promover andanças pela região evangelizando a população que exista, havendo uma identificação com aqueles missionários pobres, trajados de hábito franciscano. Muitos fazendeiros começaram a instaurar fazendas na região centro-norte no período do inverno, fugindo do frio de seus sítios da Serra do Baturité (SANTUÁRIO E PARÓQUIA DE SÃO FRANCISCO DAS CHAGAS, 2011).

No século XVIII, Canindé era habitada por povo indígenas da tribo Kanindé vindos do sertão de Monte-Mor, e fazendeiros que moravam na cercania vindos da região do Jaguaribe através de doações das sesmarias, contudo o local ainda não possuía expressividade nenhuma (ALEGRE, 2018). Em 1775, o português Francisco Xavier de Medeiros, decidiu erguer, na margem esquerda do Rio Canindé, uma capela dedicada a São Francisco das Chagas, tendo sua obra concluída em 1796. Com a ocorrência das celebrações religiosas, o arruado se ergueu em torno da capela, que anos mais tarde, veio se tornar igreja, matriz e atualmente tem o status de Basílica. Na Figura 19, observa-se que o desenvolvimento do município se deu ao redor do Santuário de São Francisco, e as margens do rio Canindé (IBGE, 1959).

Figura 19 – Urbanização de Canindé as margens do Rio Canindé.



Fonte: Lima (2012).

No início do século XIX, a região já era conhecida pelos festejos franciscanos, devido aos milagres atribuídos à São Francisco, com isso o povoado decide solicitar ao Senado da Câmara da Vila de Fortaleza de Nossa Senhora da Assunção a criação de uma freguesia, para atender ao desenvolvimento do povoado e daqueles que o visitavam, pedido esse que foi atendido em 30 de outubro de 1817. Em 29 de julho de 1846, diante do contínuo desenvolvimento do paróquiato, Canindé atinge o título de vila. A reforma do santuário e o título de Basílica chegou em 2 de maio de 1915, quando Canindé já tinha sido elevado à categoria de cidade e passou por diversas divisões administrativas apresentadas no Quadro 14 (IBGE, 1959).

Quadro 14 - Divisão Administrativa de Canindé ao longo dos anos.

DIVISÃO ADMINISTRATIVA DE CANINDÉ			
Ano	Distritos	Ano	Distritos
1911	Canindé e Vila de Caridade	1938	Canindé, Campos Belo, Caridade, Jatobá, Saldanha e Targinos
1920	Canindé, Caiçarina, Jatobá e São Gonçalo	1943	Canindé, Caridade, Inhuporanga (ex Campos Belos), Paramoti (ex Saldanha), Targinos, Ubiraçu (ex Jatobá)
1933	Canindé, Bélem do Machado, Campos Belo, Caridade, Campos, General Sampaio, Jatobá e Santana	1951	Canindé (distrito-sede), Ubiraçu, Paramoti, Caridade, Inhuporanga e Targinos
1936	Canindé, Bélem, Campos Belo, Caridade, Ipueira dos Targinos, Jatobá e Santana	2020	Canindé (distrito-sede), Bonito, Caiçara, Campos, Capitão Pedro Sampaio, Esperança, Iguaçú, Ipueira dos Gomes, Monte Alegre, Salitre e Targinos

Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

O território começou a sofrer desmembramentos que alteraram administrativamente a região e deram origem aos municípios. As obras de infraestrutura hídrica na região, entre as décadas de 1930 e 1980, permitiram o desenvolvimento econômico da região e emancipação de vários municípios. Dessa forma, Uruburetama desmembrou-se dando origem a Itapajé, Umirim, São Luís do Curu, Tejuçuoca e Irauçuba. Trairi desmembrou-se surgindo Paracuru, que posteriormente deu origem a São Gonçalo do Amarante e Paraipaba. Apuiarés e General Sampaio pertenceram ao território de Pentecoste. A freguesia de Canindé, que era o município mais antigo da região, desmembrou-se e deu origem aos municípios de Caridade, Paramoti e Itatira. (SAMPAIO, 1998 *apud*. GORAYEB, 2004).

Atualmente, Canindé possui o maior santuário franciscano da América Latina e o segundo maior santuário franciscano do mundo, ficando atrás somente de Assis, na Itália, cidade natal do santo agraciado. A cidade recebe cerca de 2,5 milhões de fiéis por ano, sendo em setembro e outubro, o período da festa dedicada ao padroeiro, os meses que se estimam cerca de 1 milhão de visitantes na cidade, modificando o cotidiano da cidade e da economia

local afim de estabelecer essa população ambulante do período (ALVES, 2015; LIMA; LIMA, 2017).

De acordo com os recenseamentos e censos de 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, foi possível observar o crescimento populacional de Canindé e a sua taxa de urbanização, apresentadas no Quadro 15.

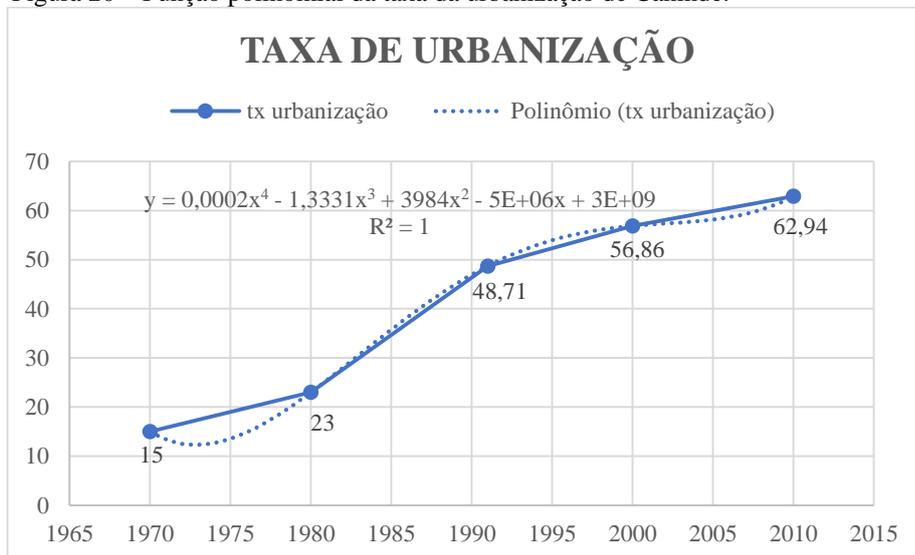
Quadro 15 – Levantamento populacional de Canindé.

LEVANTAMENTO POPULACIONAL DE CANINDÉ		
Ano	População	Taxa de Urbanização
1950	48320	-
1960	37672	-
1970	52180	15
1980	58178	23
1991	61827	48,71
2000	69601	56,86
2010	74473	62,94

Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

O Figura 20 trata-se de um gráfico da taxa de urbanização, onde foi feito a linha de tendência do tipo polinomial para se descobrir a função do gráfico e assim prever a taxa de urbanização dos anos seguintes.

Figura 20 – Função polinomial da taxa da urbanização de Canindé.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Com o decorrer dos anos e a crescente visitação dos romeiros de São Francisco ao município de Canindé, a rede hoteleira foi se instalando nas proximidades da basílica franciscana, no logradouro que hoje recebe o nome de Rua João Pinto Damasceno, e é possível observar na Figura 21 que a rede hoteleira se instalou, assim como a igreja, às margens do Rio Canindé.

Figura 21 – Presença da rede hoteleira às margens do Rio Canindé.



Fonte: Google Maps (2020).

Em visita a campo, no dia 01 de março de 2020, foi constatada presença de lixo, resíduos de construção e demolição, tubulações de esgoto proveniente de ligações irregulares de casas e hotéis às margens do rio, muita vegetação, criação de animais, além de edificações construídas onde deveria ser a zona de preservação da mata ciliar no leito do Rio Canindé, no Açude São Mateus, e no Açude Sousa como pode ser observado nas Figuras 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 e 32.

Figura 22 – Vista por trás da Basílica de São Francisco no Rio Canindé.



Fonte: Autora (2021).

Figura 23 – Edificação nas margens do Rio Canindé.



Fonte: Autora (2021).

Figura 24 – Presença de vegetação no leito do Rio Canindé.



Fonte: Autora (2021).

Figura 25 – Tubulação de esgoto no leito do Rio Canindé.



Fonte: Autora (2021).

Figura 26 – Sangradouro do Açude São Mateus com presença de vegetação no leito.



Fonte: Autora (2021).

Figura 27 – Presença de lixo e resíduo de construção e demolição no Açude São Mateus.



Fonte: Autora (2021).

Figura 28 – Presença de animais sendo criados no leito do Açude São Mateus.



Fonte: Autora (2021).

Figura 29 – Vila de casa às margens do sangradouro do Açude São Mateus.



Fonte: Autora (2021).

Figura 30 – Sangradouro do açude Sousa com presença de vegetação.



Fonte: Autora (2021).

Figura 31 – Açude Sousa vista da parede de barramento.



Fonte: Autora (2021).

Figura 32 – Presença de vegetação densa no leito do açude Sousa.



Fonte: Autora (2021).

Em todas as imagens nota-se a presença marcante de vegetação que contribuem para a eutrofização do reservatório e do rio quando estes recebem recarga de água. A presença de edificações as margens dos corpos hídricos são responsáveis pela devastação da mata ciliar e conseqüente assoreamento do leito do rio e reservatórios. Além disso, existe outro fator agravante para a degradação do rio Canindé, o lixão do município era situado no bairro Campinas, a uma distância em linha reta de aproximadamente 1,7 quilômetros do leito do rio Canindé, mostrado na Figura 33. Mesmo desativado, sabe-se que os lixões causam danos profundos aos lençóis freáticos próximos por não terem nenhum tipo de preparação do solo

para receber o lixo e coletar o chorume, dessa forma a qualidade da água subterrânea é comprometida, o que chega até o lençol freático do rio Canindé.

Figura 33 – Distância em linha reta do antigo lixão de Canindé para o rio Canindé.



Fonte: Google Earth (2020).

Em 2013, o IBGE fez um levantamento hidroquímico das águas subterrâneas da região nordeste, e Canindé foi classificado com água do tipo cloretada-mista e de potabilidade medíocre, apresentado na Figura 34. Essa classificação já é um resultado de anos de degradação e negligência da bacia hidrográfica que rege o município.

Figura 34 – Hidroquímica da água subterrânea do Ceará.

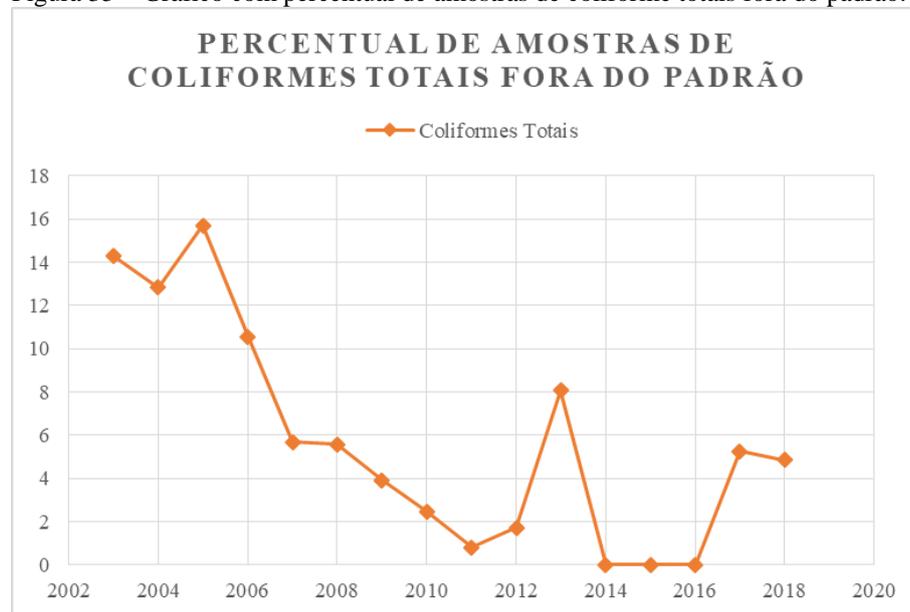


Fonte: Adaptado de IBGE (2013).

4.2 A urbanização e a qualidade da água

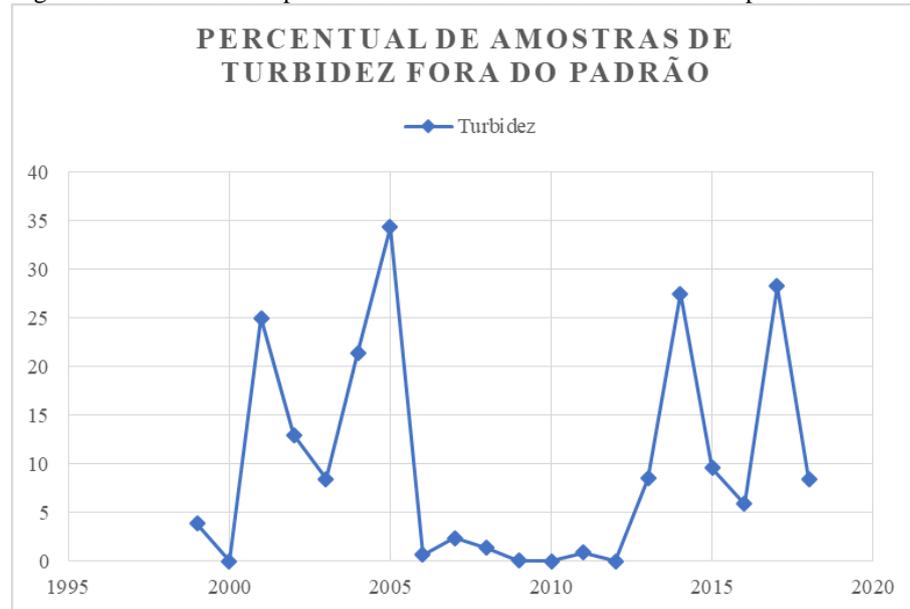
No SNIS é possível ter acesso aos dados de parâmetro de qualidade da água do município de Canindé, onde é possível identificar os resultados para os parâmetros de turbidez, coliformes totais e cloro residual dos anos de 1999 à 2018 (SNIS 2020). Com os dados de total de amostras coletadas e o resultado das amostras fora do padrão determinado pela Portaria de Consolidação n° 5, de 28 de setembro de 2017, em seu Anexo XX, foram feitos gráficos com o percentual de amostragens fora do padrão de cada ano. As Figuras 35 e 36 mostram o percentual de amostras fora do padrão dos parâmetros de qualidade da água avaliados (coliformes totais e turbidez).

Figura 35 – Gráfico com percentual de amostras de coliforme totais fora do padrão.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Figura 36 – Gráfico com percentual de amostras de turbidez fora do padrão.



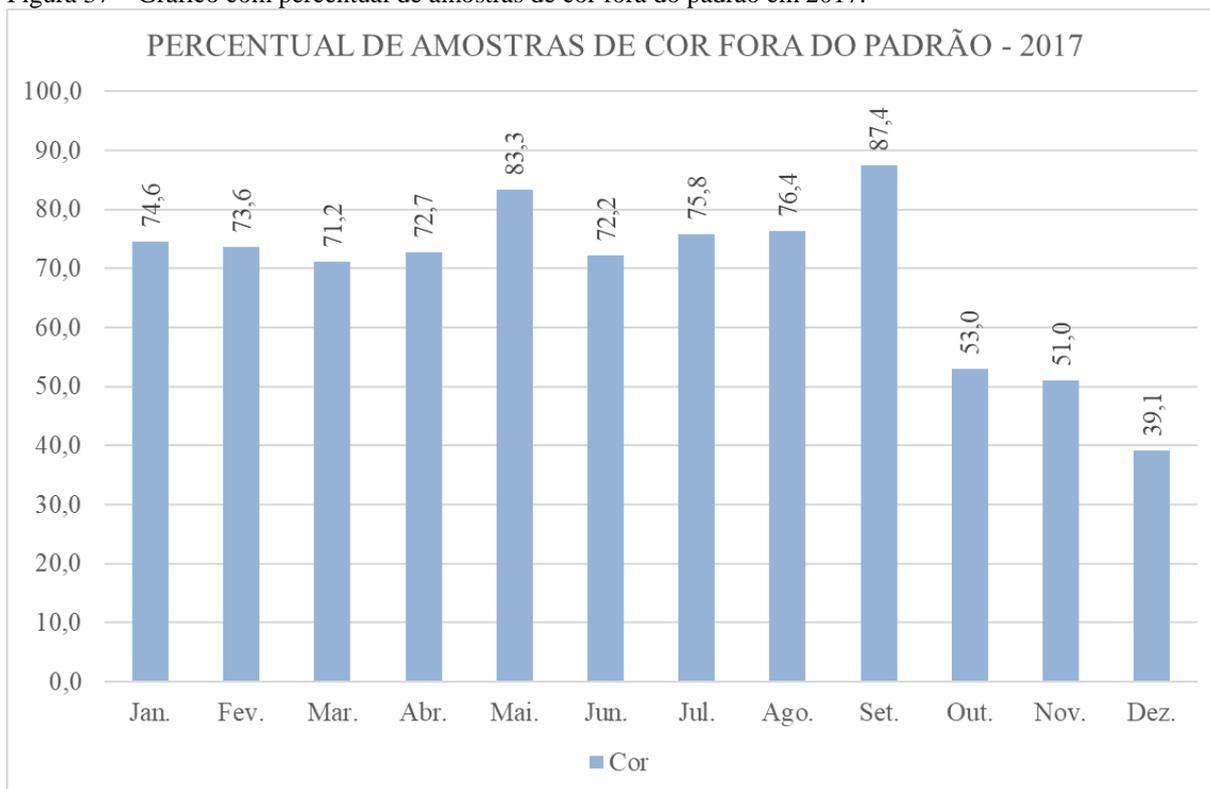
Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Com a crise hídrica que atingiu o sertão cearense, Canindé passou a ser abastecido pela adutora que vem do reservatório de General Sampaio, que faz parte da bacia do Curu, contudo não está presente na delimitação da área desse estudo. Portanto, em visita ao SAAE Canindé, responsável pelo tratamento da água bruta distribuída pelo abastecimento municipal, tomou-se conhecimento que nos anos de 2015 e 2016 Canindé foi abastecida em todos os 12 meses do ano pela adutora vinda do General Sampaio. A água da adutora chega diretamente a estação de tratamento de água, não tendo nenhum contato com os reservatórios presentes no município de Canindé e objetos desse estudo, São Mateus e Sousa.

Ainda segundo o SAAE Canindé, o atual abastecimento municipal, em 2020, é feito pelos dois reservatórios, sendo 80L/s vindos do açude São Mateus, que em abril de 2020 voltou a sangrar, e 40L/s provenientes do açude Sousa, que devido sua área de extensão maior não teve recarga de água expressiva.

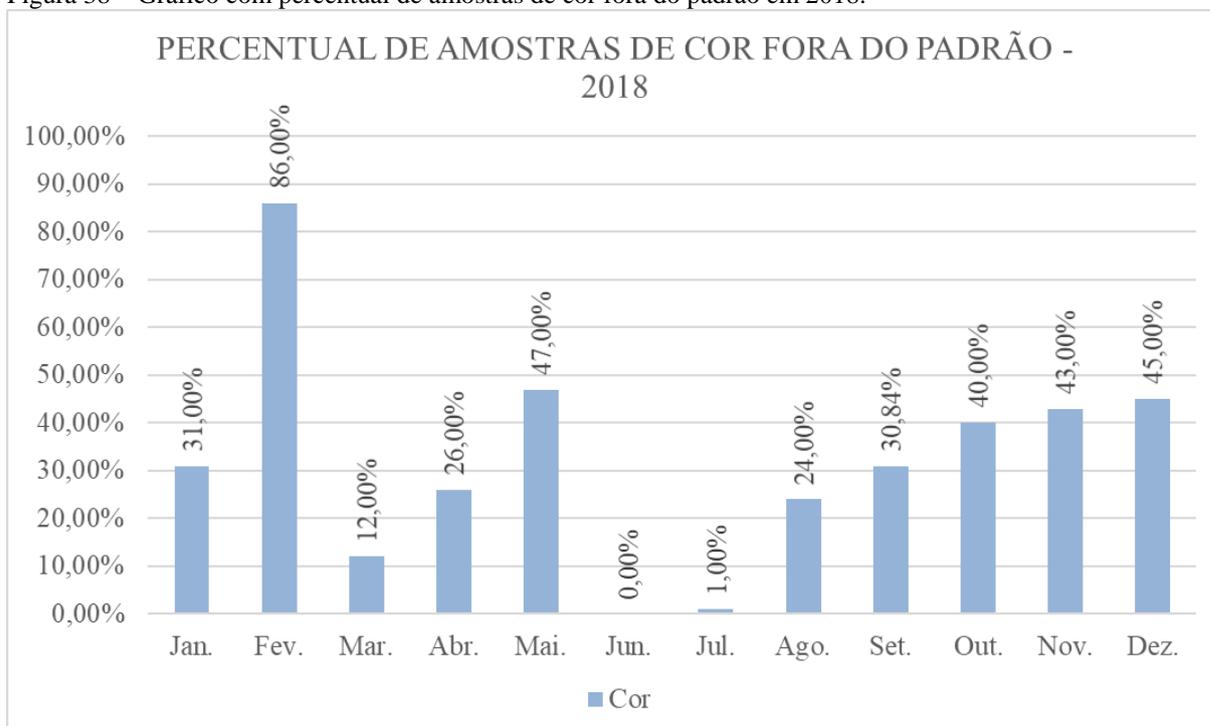
As Figuras 37, 38 e 39 mostram o percentual de amostras testadas para o parâmetro cor, segundo os dados coletados no SAAE do município, nos anos de 2017, 2018 e 2019, somente dados desses anos foram fornecidos pela companhia de abastecimento da cidade.

Figura 37 – Gráfico com percentual de amostras de cor fora do padrão em 2017.



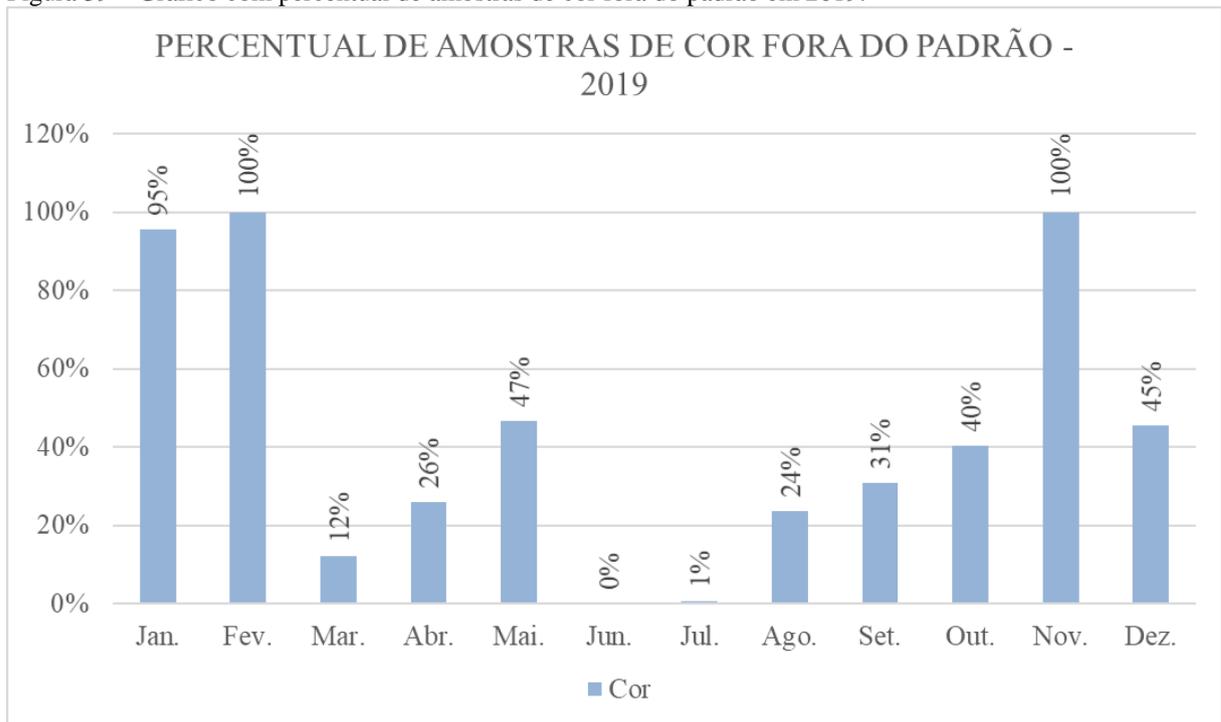
Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Figura 38 – Gráfico com percentual de amostras de cor fora do padrão em 2018.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

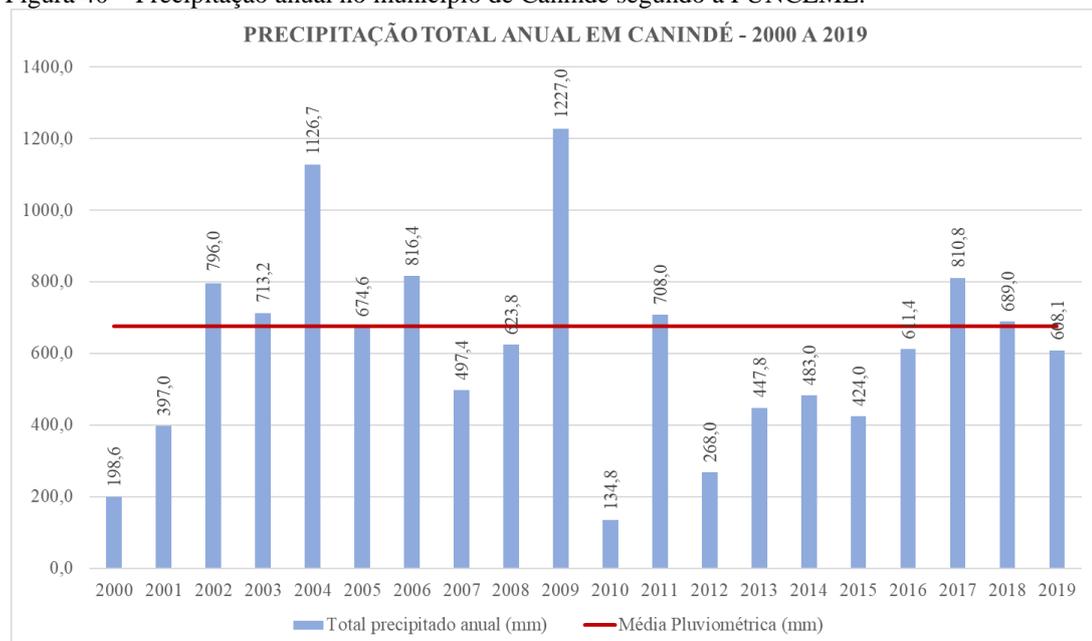
Figura 39 – Gráfico com percentual de amostras de cor fora do padrão em 2019.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

De acordo com os dados de estações pluviométricas coletados pela FUNCEME, é possível conhecer o total de água precipitado no município nas últimas duas décadas, sabendo que é a média pluviométrica da cidade é de 676,5 mm, observa-se na Figura 40 os anos em que a precipitação foi maior que a média.

Figura 40 – Precipitação anual no município de Canindé segundo a FUNCEME.

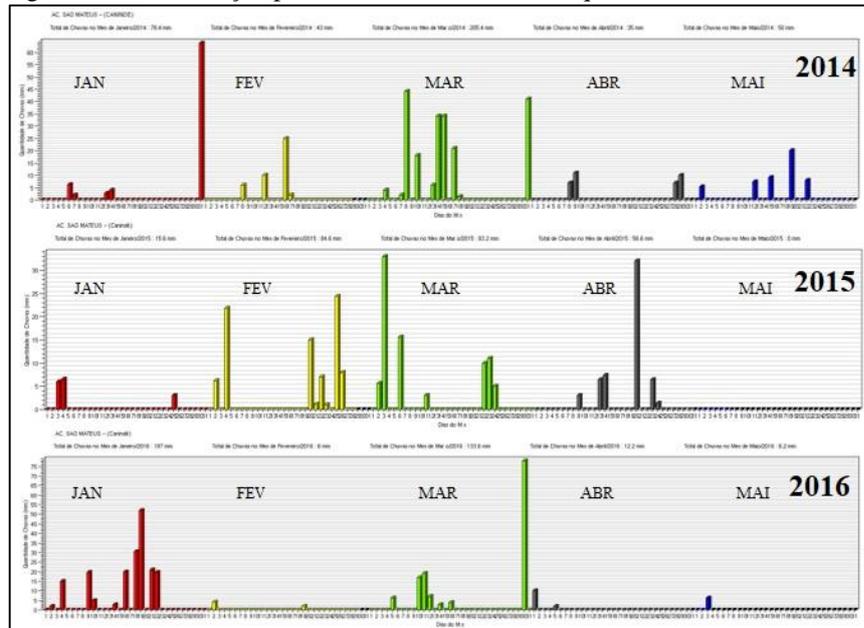


Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Na Figura 41 se observa a quadra chuvosa do município, ou seja, as últimas distribuições pluviométricas mensais disponibilizadas pela FUNCEME em seu *site*, que

independente do volume de água precipitado a distribuição ocorre de forma regular nos meses mostrados. Nos meses de janeiro e fevereiro ocorre a pré-estação invernal do estado, onde as precipitações começam a ocorrer principalmente no sul do Ceará, e os meses de março, abril e maio são os que caracterizam a estação invernal do estado devido a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Figura 41 – Distribuição pluviométrica nos meses de quadra chuvosa do Ceará.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

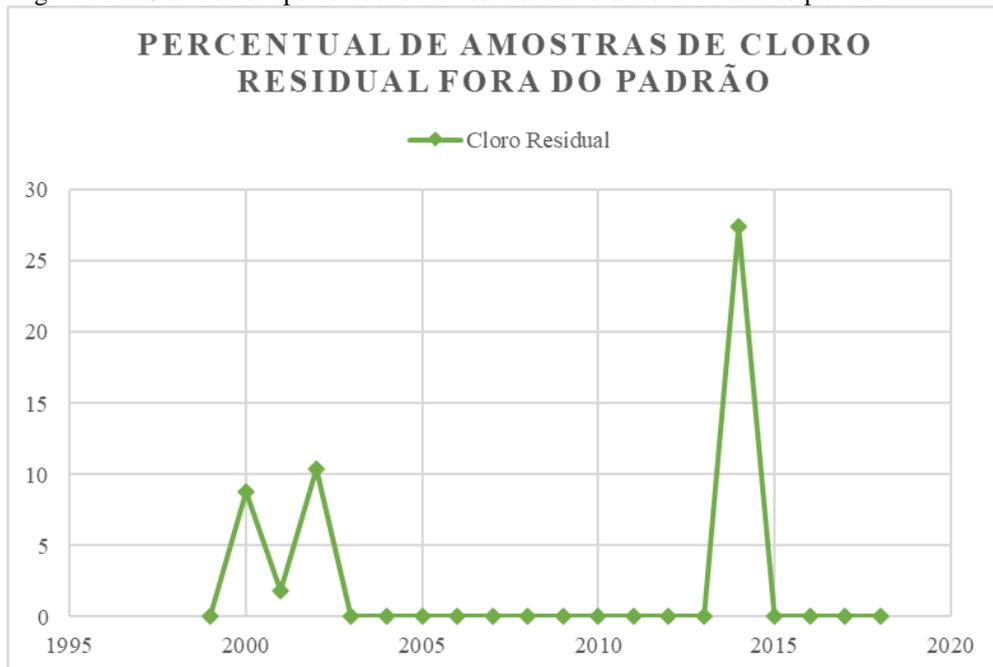
Relacionando os gráficos de percentual de amostras fora do padrão com a média pluviométrica de cada ano e com a distribuição pluviométrica nos meses da quadra chuvosa, podemos observar que as amostras de cor fora do padrão dos anos de 2018 e 2019 apresentam índices ruins justamente no período de janeiro a maio, quando as precipitações ocorrem causando assim uma perturbação no leito dos reservatórios o que gera uma mistura dos sólidos presentes com a água, os meses após esse período como junho e julho apresentam geralmente amostras em conformidades devido a sedimentação dos sólidos após a estação invernal.

As amostras do ano de 2017 tiveram em todos os meses índices ruins de cor fora do padrão, e isso pode ser explicado com base na informação do SAAE de que em 2015 e 2016 o município estava sendo abastecido pela adutora vinda do açude de General Sampaio, o que implica dizer que os reservatórios de Canindé estavam em seu volume morto, e com a precipitação de 2017 em 810,8 mm, que foi acima da média anual, os reservatórios obtiveram recargas d'água misturando toda a matéria que sedimentou com o estado de seca dos reservatórios, além de amostras de cor fora do padrão, também se observa uma alteração significativa nas amostras de turbidez fora do padrão em 2017. É importante associar esse

período de seca com as imagens apresentadas no tópico 4.1, onde os reservatórios em seus períodos de seca se tornam depósitos de lixo e com a presença marcante de vegetação.

A Figura 42 mostra o percentual de amostras fora do padrão do parâmetro Cloro residual livre, que avalia a qualidade do tratamento realizado pelo SAAE para a água que será distribuída para a população.

Figura 42 – Gráfico com percentual de amostras de cloro residual fora do padrão.



Fonte: Elaborado pela Autora (2021).

Nas amostras de cloro residual fora do padrão e turbidez fora do padrão de 2014 observa-se um grande aumento de amostras em desconformidade aos estabelecidos pelos padrões de potabilidade do Ministério da Saúde, pode-se relacionar essa informação com a baixa média de pluviometria em 2014, com apenas 483,0 mm precipitados naquele ano, e com a informação de que o reservatório já estava chegando ao seu volume morto, necessitando de mais quantidade de cloro para o tratamento da água disponível.

Esse padrão se repete nos anos de 2000 devido à baixa média pluviométrica e consequente baixo nível de água nos reservatórios, com valores diferentes devido a situação pluviométrica de cada ano e o nível de água disponível nos reservatórios. Em 2002 nota-se também uma perturbação na desconformidade das amostras, pois o aumento da média pluviométrica tende a perturbar o estado de sedimentação da água, causando a mistura com os sólidos que se acumulam e que são depositados pela ação antrópica em períodos em que os reservatórios se encontram em baixos níveis de água.

Realizou-se um ensaio microbiológico no laboratório particular *H2O Analysis*. A água coletada para esse ensaio veio de uma torneira de jardim de uma residência situada na Rua

Pedro Moreira, 1444, bairro Santa Luzia, em Canindé. O resultado do ensaio mostrou que a água fornecida pela companhia de abastecimento do município encontra-se em conformidade com os padrões estabelecidos pela portaria do Ministério da Saúde, no que tange ao ensaio microbiológico (Anexo A e Anexo B). Contudo, é importante ressaltar que essa análise é pontual, não estando relacionada com nenhuma série histórica de dados, a análise é um retrato do momento de aporte hídrico que a cidade se encontra. A atual condição de qualidade da pelo tratamento adequado recebido na ETA do município.

4.3 Ações de revitalização na Bacia do Curu

Em 2017, a Secretária de Infraestrutura de Canindé lançou o projeto “Salvando a natureza e revitalizando o Rio Canindé”, com a justificativa de que a história do município está ligada ao manancial. Com emenda de 600 mil autorizado pelo senador Tasso Jereissati, a gestão municipal disse que levaria cerca de um ano para elaborar o projeto de revitalização do trecho do Rio Canindé que corta o município da BR-020 até a o açude São Mateus (PORTAL C4 NOTÍCIAS, 2017). A vigência da emenda encerrou-se em 30 de setembro de 2020 e, até essa data, nenhum projeto de revitalização foi apresentado à população. Portanto, nada foi executado e o valor da emenda enviada pelo senador foi perdido.

Em 2020, durante o período que antecedeu as campanhas eleitorais, observou-se, em visita a campo, uma tentativa da gestão municipal de começar uma revitalização do Rio Canindé (Figura 43) executando uma limpeza de um trecho do leito do rio onde foram retirados os lixos e vegetação presentes no leito em um trecho de aproximadamente 340 metros.

Figura 43 – Trecho do Rio Canindé com revitalização improvisada.



Fonte: Autora (2021).

A Secretária de Desenvolvimento Agrário do estado (SDA) lançou o Projeto de Peixamento 2019 no mês de outubro, onde ocorre a distribuição de alevinos de tilápia, tambaqui, carpa e curimatã em reservatórios públicos dos municípios cearenses. A intenção do governo é de produzir renda para pequenos pescadores, contudo a iniciativa também contribui para o equilíbrio do oxigênio e quantidade de matéria orgânica presente nos mananciais. O açude São Mateus foi contemplado pelo projeto de peixamento do governo estadual (CEARÁ, 2019).

Outra tentativa de instituir medidas em defesa do Rio Canindé foi o Projeto de Lei, que posteriormente tornou-se a Lei Municipal de nº 2.251/2011 de 16 de maio de 2011, que tornou o dia 20 de maio como data da Consciência Ecológica no município, com o objetivo de sensibilizar a população para a preservação do Rio Canindé (PORTAL C4 NOTÍCIAS, 2017).

O que se observa na prática são medidas paliativas, que tentam aliviar os efeitos negativos da situação de degradação que os objetos de estudo se encontram, mas ignorando a causa do problema, quando se faz necessário a adoção de medidas efetivas de revitalização, devido ao comprometimento visível da bacia do Curu no município. Outro fator observado, são que as medidas tomadas pelo governo municipal estão mais voltadas ao Rio Canindé, por esse ser visível e estar presente no centro da cidade e próximo aos pontos turísticos, contudo, os

reservatórios do município merecem atenção e tratamento já que são responsáveis pelo abastecimento hídrico da cidade. As medidas em períodos próximos a campanhas eleitorais são tentativas de ludibriar a população que mora nas proximidades do rio de que algo está sendo feito, porém sem nenhum tipo de planejamento a médio e longo prazo ou avaliação de impacto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o processo de urbanização de Canindé ganhou reforço quando a igreja de São Francisco foi instalada as margens do Rio Canindé, no fim do século XVIII, e a população começou a crescer e a receber visitantes devotos do padroeiro. A ocupação ocorreu ao longo de todos esses anos de forma desordenada, sem nenhum tipo de legislação a respeito de uso e ocupação do solo.

Atualmente, em meio a tantos estudos técnico-científicos que mostram a importância e os benefícios de um plano de uso e ocupação do solo, o que se observa são legislações genéricas, onde não são atribuídos responsáveis específicos para a execução de medidas que também não são especificadas ou orientadas. Todos esses anos de negligência com o meio em que se vive acarretaram o que hoje se observa na Bacia do Curu em Canindé: um ambiente onde de longe se identifica o impacto das ações antrópicas (construção de moradias e deposição de lixo). A falta de preocupação e consciência dos impactos causados são observados nos resultados dessa pesquisa, onde se identifica um nível alto de degradação ambiental, que impacta na qualidade e quantidade da água que é um recurso escasso e finito.

Muito se fala sobre a necessidade de preservação dos recursos naturais e a escassez destes que são fundamentais para vida, contudo, a adoção e prática de medidas que possam amenizar ou tratar a causa desse quadro são ideias que não são implementadas. O que se nota é a persistência da tomada de medidas paliativas, que apenas amenizam o problema, pois são mais fáceis de executar, mais caras e recorrentes, o que torna um produto rentável e sempre pauta para discursos políticos. É possível medir quantitativamente o impacto causado no meio físico, mas o impacto sociocultural vai muito além da qualidade da água que se paga para tratar e consumir, principalmente por já está inserido no semiárido, onde a escassez hídrica já ocorre devido os fenômenos naturais.

Os resultados apontaram, através da relação das amostras de parâmetros de qualidade da água fora do padrão com a média pluviométrica de cada ano, que a medida que o nível da água diminui o efeito da degradação de causa antrópica é mais acentuado. A construção de edificações as margens dos corpos hídricos, a deposição de efluentes não tratados e sólidos, geram alterações na qualidade da água, observado nos parâmetros de cor, turbidez, coliformes totais e cloro residual, além de provocar o desgaste físico da bacia, através do assoreamento do leito dos reservatórios São Mateus e Sousa, e do rio Canindé. Concluindo assim, a necessidade existente de revitalização da Bacia do Curu, com metas de longo, médio e curto prazo, que apresentem medidas não só paliativas, mas também medidas que possam tratar da causa do

impacto antrópico, tais como recuperação da mata ciliar, ampliação dos serviços de saneamento básico, como ênfase para o esgotamento sanitário, coleta e destinação de resíduos sólidos.

Esse estudo possui a importância não só de analisar o padrão de potabilidade da água na bacia do Curu, mas tem como objetivo alertar e chamar a atenção da população para os benefícios de se viver em um ambiente saudável, onde os gastos não são prioridades, e sim a preservação da água que precisamos para viver, a preservação do ambiente em que estamos inserido, a promoção da saúde pública, de bem-estar social, da redução da miséria, da geração de empregos e da qualidade de vida.

Através desse estudo, objetiva-se desenvolver o senso crítico do leitor e que este contribua para o endosso dos estudos de recursos hídricos, saneamento básico e questões ambientais, em que busquem novas estudos, soluções tecnológicas, ou usem sua formação e conhecimento técnico para explicar e conscientizar a sociedade de que todos temos uma parcela de contribuição a realizar.

Como sugestões de continuidade do estudo, apresenta-se as ideias de desenvolvimento de um programa análises periódicas da água bruta dos reservatórios, afim de criar um banco de dados e uma série histórica para acompanhamento da qualidade do recurso disponível. Além de um estudo que acompanhe e fiscalize as ações de revitalização que devem ser aplicadas na bacia do Curu.

REFERÊNCIAS

ACADÊMICO, Projeto. **Pesquisa Quali-Quantitativa: veja como fazer, conceito, o que é e definição.** 2019. Disponível em: <https://projetoacademico.com.br/pesquisa-quali-quantitativa/>. Acesso em: 13 maio 2020.

ALEGRE, Maria Sylvia Porto. **Jenipapo-Kanindé.** 2018. Disponível em: <https://pib.socioambiental.org/pt/Povo:Jenipapo-Kanind%C3%A9>. Acesso em: 23 set. 2020.

ALVES, Francisco de Assis Francelino et al. **CORPO, FÉ E GLÓRIA: UMA DESCRIÇÃO FRAGMENTÁRIA DOS ROMEIROS DE SÃO FRANCISCO DE CANINDÉ CEARÁ.** 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5528/552856410029.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Comitês de Bacia Hidrográfica.** 2020a. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/comites-de-bacia-hidrografica/ceara#wrapper>. Acesso em: 16 mar. 2020.

_____. Agência Nacional de Águas. **Quantidade de água.** 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em: 24 de abril de. 2020.

_____. Agência Nacional de Águas. **RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: hidrologia, balanço hídrico e operação.** Hidrologia, Balanço Hídrico e Operação. 2017. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias/estudo-reservatorios/anexo-d-acarau-curu-pacoti-parnaiba.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

_____. Agência Nacional das Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2010.** 76p. Brasília: ANA, 2010.

_____. Agência Nacional das Águas **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil.** 134p. Brasília. Maio de 2005.

BRASIL. **LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997.:** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 16 mar. 2020.

_____. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981.:** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938compilada.htm. Acesso em: 21 dez. 2020

_____. **LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007:** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. 2007. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 02 abr. 2020.

_____. **Resolução CONAMA nº306, de 05 de julho de 2002.** Estabelece os requisitos mínimos e o termo de referência para realização de auditorias ambientais. Publicado no D.O.U. de 19 julho 2002.

_____. **Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicado no D.O.U de 18 março 2005.

_____. **Portaria de Consolidação nº5 do Ministério da Saúde, de 28 de setembro de 2017.** Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX-Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Publicado no D.O.U de 3 outubro 2017.

Ceará. Assembleia Legislativa. **Caderno regional da bacia do Curu / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará.** 2009; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza : INESP, 2009. 113p. : il. – (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas. v. 4) ISBN 978-85-87764-99-7 (coleção). – ISBN 978-85-7973-003-0 (v.) 1. Recursos Hídricos – Ceará I. Santana, Eudoro Walter de. II. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. III.

CEARÁ. Erivelton Celedônio. Secretaria de Desenvolvimento Agrário. **Em dois meses, Projeto de Peixamento já distribuiu um milhão de alevinos em açudes públicos.** 2019. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2019/11/29/em-dois-meses-projeto-de-peixamento-ja-distribuiu-um-milhao-de-alevinos-em-acudes-publicos/>. Acesso em: 10 nov. 2020.

COGERH. **A BACIA HIDROGRÁFICA DO CURU.** 2020a. Disponível em: <http://www.cbhcuru.com.br/conheca/>. Acesso em: 16 mar. 2020.

_____. **Volume Armazenado - Reservatórios.** 2020b. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/reservatorios/volume/>. Acesso em: 16 mar. 2020.

_____. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Base Cartográfica. In: **Atlas dos Recursos Hídricos do Ceará.** 2018. Disponível em < http://atlas.cogerh.com.br/cogerh/imgAtlas?pathImagem=/imagensTemas/54_42756_CURU.jpg > Acesso em 24 de abril de 2020.

_____. **Caderno Regional da Bacia do Curu.** 2009. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Bacia-do-Curu.pdf>. Acesso em: 09 set. 2020.

CORDEIRO, Jaqueline Aragão. **Notas Cronológicas de Canindé – 1877 a 1909.** 2012. Disponível em: <http://coisadecearense.com.br/notas-cronologicas-de-caninde/>. Acesso em: 02 abr. 2020.

EOS. **5 CONSEQUÊNCIAS DA FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO**. Blog Saneamento Básico, 31 de janeiro de 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/5-consequencias-da-falta-de-saneamento-basico/>. Acesso em: 24 abr. 2020.

FERREIRA, Patrícia da Silva Figueiredo et al. **Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira**. 2016. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/24809/19134>. Acesso em: 14 abr. 2020.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Séries Históricas de Estações**. In: Hidroweb - ANA. 2020.

GARCIA, Mariana Silva Duarte; FERREIRA, Mateus de Paula. **Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana**. 2017. Disponível em: <http://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393/274>. Acesso em: 02 abr. 2020.

GOOGLE EARTH. **Canindé**. 2020. Disponível em: <https://earth.google.com/web/search/Rua+Francisco+das+Chagas+Barros,+517+-+Bela+Vista,+Canind%C3%A9+-+CE/@-4.33726726,-39.29432712,168.83486121a,3113.96461686d,35y,1.62911073h,0t,0r/data=CigiJgokCYZVCpW-hDRAEYZVCpW-hDTAGbgNY9B0i0lAIbsNY9B0i0nA>. Acesso em: 19 out. 2020.

GOOGLE MAPS. **Rua João Pinto Damasceno**. 2020. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/R.+Jo%C3%A3o+Pinto+Damasceno+-+Centro,+Canind%C3%A9+-+CE,+62700-000/@-4.3581718,-39.3155624,16.75z/data=!4m5!3m4!1s0x7bf076ed3989b7b:0x992ec6691b852a69!8m2!3d-4.3570132!4d-39.3112947>. Acesso em: 10 out. 2020.

GORAYEB, Adryane. **ANÁLISE GEOAMBIENTAL E DOS IMPACTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU-CEARÁ-BRASIL**. 2004. Disponível em: <https://siduece.uece.br/siduece/trabalhoAcademicoPublico.jsf?id=93688>. Acesso em: 14 abr. 2020.

_____. Adryane et al. **ASPECTOS GEOAMBIENTAIS, CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E NÍVEIS DE DESMATAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU, CEARÁ – BRASIL**. 2005. Disponível em: <http://www.uel.br/seer/index.php/geografia/article/viewFile/6688/6033>. Acesso em: 16 mar. 2020.

IBGE. **Cidades**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/caninde/panorama>. Acesso em: 16 mar. 2020.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**, 2010.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **ENCICLOPÉDIA DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**. 1959. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv27295_16.pdf. Acesso em: 23 set. 2020.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE mapeia águas superficiais e subterrâneas do Nordeste**. 2013. Disponível em:
<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14537-asi-ibge-mapeia-aguas-superficiais-e-subterraneas-do-nordeste>.
 Acesso em: 10 out. 2020.

IPECE. **LIMITES MUNICIPAIS E DISTRITAIS REGIÃO DE PLANEJAMENTO SERTÃO DE CANINDE - 2019**. 2019. Disponível em:
<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/151x.htm>. Acesso em: 16 mar. 2020.

_____. **BACIAS HIDROGRÁFICAS**. 2019. Disponível em:
<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/129x.htm>. Acesso em: 16 mar. 2020.

JATOBÁ, Sérgio Ulisses Silva. **URBANIZAÇÃO, MEIO AMBIENTE E VULNERABILIDADE SOCIAL**. 2011. Disponível em:
http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5567/1/BRU_n05_urbanizacao.pdf. Acesso em:
 30 mar. 2020.

LAMB, Israel Ternus. **ANÁLISE DA TECNOLOGIA EMPRESARIAL ODEBRECHT – TEO, A PARTIR DOS CONCEITOS DO PROJETO ORGANIZACIONAL E DO MODELO ESTRELA DE GALBRAITH**. 2013. 156 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, São Leopoldo, 2013.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua et al. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. 2011. Disponível em:
<http://www.scielo.br/pdf/rap/v45n2/03.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2020.

LIMA, Francisco John Lennon Alves Paixão; LIMA, Maria das Graças de. **INFLUÊNCIAS E SIGNIFICADOS DA FESTA DE SÃO FRANCISCO DAS CHAGAS NO COMÉRCIO VAREJISTA E NA COTIDIANIDADE DA POPULAÇÃO DE CANINDÉ-CE**. 2017. Disponível em:
<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/34220>. Acesso em: 14 abr. 2020.

LIMA, Júlio César Marques Ferreira. **A história do meu bairro - Bairro Alto Guaramiranga o mais populoso da cidade de Canindé**. 2012. Disponível em:
<http://historiacanindeense.blogspot.com/p/memorias-de-caninde-um-mergulho-no.html>.
 Acesso em: 27 set. 2020.

MARTINEZ, Rogério; VIDAL, Wanessa Pires Garcia. **Contato Geografia**. São Paulo: Quinteto, 2016.

MICHAELIS. Editora Melhoramentos Ltda (ed.). **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. 2019. Disponível em:
<http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=urbaniza%C3%A7%C3%A3o>.
 Acesso em: 16 mar. 2020.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental**. 2006. Disponível em:

https://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011024510.pdf. Acesso em: 02 abr. 2020.

PORTAL C4 NOTÍCIAS. **SENADOR TASSO JEREISSATI LIBERA EMENDA DE 600 MIL PARA LIMPEZA DO RIO CANINDÉ**. 2017. Disponível em: <http://www.c4noticias.com.br/2017/01/senador-tasso-jereissati-libera-emenda.html>. Acesso em: 10 nov. 2020.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Qualidade de água**. 2015. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>. Acesso em: 16 abr. 2020.

ROSITO, Carlos Alberto. **Do PLANASA ao PLANSAB - Os últimos 50 anos da água e do esgoto no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.sgpam.com.br/artigos/do-planasa-ao-plansab-os-ultimos-50-anos-da-agua-e-do-esgoto-no-brasil>. Acesso em: 16 mar. 2020.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. 5 ed. São Paulo: Edusp, 2008. Disponível em: http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia%20-%20Reing/Geografia%20Urbana/Geo_Urb_A05_WEB_ZBM_SF_SI_SE_161209.pdf. Acesso em: 30 mar. 2020.

SANTUÁRIO E PARÓQUIA DE SÃO FRANCISCO DAS CHAGAS (Canindé). **História: Origens da ocupação dos Sertões de Canindé**. 2011. Disponível em: <https://www.santuariodecaninde.com/caninde/historia/>. Acesso em: 14 abr. 2020.

SCHMIDT, Adir Otto. **IMPACTOS ANTRÓPICOS NA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO**. 2014. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/2629>. Acesso em: 14 abr. 2020.

SILVA, R. F. D.; SANTOS, ; GALDINO, M. G. Análise dos impactos ambientais da Urbanização sobre os recursos hídricos na sub-bacia do Córrego Vargem Grande em Montes Claros-MG. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 47, 2016. ISSN ISSN 2318-2962.

SHOW ATUAL (Canindé). **Historiador canindeense Augusto César Magalhães defende valores culturais/antropológicos da Romaria de São de Francisco das Chagas de Canindé**. 2014. Disponível em: <https://showatual.com.br/index.php/2014/10/17/historiador-canindeense-augusto-cesar/>. Acesso em: 24 abr. 2020.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos>. Acesso em: 14 abr. 2020.

_____. **Série Histórica**. 2020. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 09 set. 2020.

SOUZA, Marcos José Nogueira de et al. **SISTEMAS AMBIENTAIS E CAPACIDADE DE SUPORTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU-CEARÁ**. 2012. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/301a/085e9cb8cbfa33b9c2e5428900e23d5cef31.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

SRH. Secretaria de Recursos Hídricos. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Curu**. 2017. Disponível em: <https://www.srh.ce.gov.br/comite-da-bacia-hidrografica-do-curu/>. Acesso em: 24 abr. 2020.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação 4ª ed.** 4. ed. [s.l]: Abrh, 2012.

UNIVERSIA BRASIL. **Conheça os tipos de metodologia de pesquisa que você pode usar no seu TCC**. 2019. Disponível em: <https://noticias.universia.com.br/cultura/noticia/2019/10/03/1166813/conheca-tipos-de-metodologia-pesquisa-pode-usar-tcc.html>. Acesso em: 13 maio 2020.

WILLEKE, Frei Venâncio. **SÃO FRANCISCO DAS CHAGAS DE CANINDÉ**: resumo histórico. 2. ed. Canindé: [s.n.], 1973. Disponível em: https://issuu.com/santcaninde/docs/livro_de_s_o_francisco_das_chagas_de_canind___vers/12. Acesso em: 02 abr. 2020.

YIN, Roberto K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=EtOyBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=estudo+de+caso&ots=-kcolsy0Av&sig=DAy9QiFC9KG8D1ttNgAgqfvO9K8#v=onepage&q=quantitativo&f=false>. Acesso em: 13 maio 2020.

ANEXO A – Certificado de Análise de Água

Certificado

Certificamos que a amostra **7793.2020** do(a) cliente **ANA THAYNA SAMPAIO GOMES - ANA THAYNA SAMPAIO GOMES** situado a Rua Pedro Moreira,1444 Bairro: Santa Luzia Cidade: Caninde/CE encontra-se em **CONFORMIDADE**, levando-se em consideração os **PADRÕES** estabelecidos pelo(a): PRC N°5, DE 28 SETEMBRO DE 2017 - ANEXO XX e refere-se aos parâmetros analisados na amostra supracitada.

DATA DA COLETA: 26/11/2020. **AMOSTRA:** TORNEIRA DO JARDIM.

Fortaleza, 03 de Dezembro de 2020.

Francisco José Junior Moreira B. Filho

Francisco José Junior Moreira Beserra Filho
CRQ 10.200.337 - X REGIÃO - Resp. Técnico

Rua Chico Lemos, 1250 - Cidade dos Funcionários
Tel: (85) 3021.2094 - contato@h2oanalysis.com.br
CNPJ: 11.071.357/0001-87 - CEP: 60.822-785

ANEXO B – Relatório de Ensaios N°: 7793.2020.B- V.0



Rua Chico Lemos, 1250 | Bairro Cidade dos Funcionários
 CEP 60.822-785 | Tel.: (85) 3021-2094 | contato@h2oanalysis.com.br
 CNPJ: 11.071.357/0001-87 | Insc. Mun.: 248259-2

Relatório de Ensaios N°: 7793.2020.B- V.0	
Dados Contratação:	
Solicitante:	
Razão Social:	ANA THAYNA SAMPAIO GOMES - ANA THAYNA SAMPAIO GOMES
CNPJ/CPF:	603.274.673-98
Endereço:	Rua Pedro Moreira,1444 Santa Luzia - Caninde/CE CEP: 62700000
Contato:	Sra. Ana Thayna E-mail: eng.thaynasampaio@gmail.com
Proposta Comercial:	2561.2020.V0
Dados da Amostragem:	
Descrição da Amostra:	TORNEIRA DO JARDIM
Endereço Amostragem:	Rua Pedro Moreira,1444 Santa Luzia Cidade: Caninde/CE CEP: 62700000
Condições Ambientais:	Chuva Ausente na Coleta, Chuva Ausente nas 24h, Chuva Ausente nas 48h, Tempo: Sol Brilhante, Vento médio, Temp Ambiente: 29.00°C,
Responsável pela Amostragem:	Cliente
Matriz e Origem Amostra:	Água - Água Tratada - Companhia de Abastecimento
Data de Amostragem:	26/11/2020 08:40:00
Data Recebimento:	26/11/2020 13:33:00
Data Início Amostra:	27/11/2020 16:30:55
Característica da Amostra:	Simplex
Data Conferência:	03/12/2020 10:02:22
Responsável pela Conferência:	Caroline Batista
Data Conclusão Amostra:	28/11/2020 12:45:27

Resultados						
Parâmetros	Resultados	PRC N°5 - ANEXO XX	Un	L.Q.	Metodologia	Início Ensaio
Coliformes Totais	Ausência	Ausência	NMP/100mL	1,1000000	SMWW, 23ª edição, 9223 - B- Enzyme Substrate Test	27/11/2020
Escherichia coli	Ausência	Ausência	NMP/100mL	1,100	SMWW 23ª edição, Método 9223 - B - Enzyme Substrate Test	27/11/2020

Conclusão :: OS PARÂMETROS AVALIADOS APRESENTARAM-SE EM CONFORMIDADE COM A PORTARIA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE PRC N°5, DE 28 SETEMBRO DE 2017 - ANEXO XX.

Legislação: Valores de referência estabelecidos conforme PRC N°5, DE 28/09/2017 - ANEXO XX, classe SEM CLASSE

Referência(s) Normativa(s): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23 nd Edition,

Relatório de Ensaios tipo B

Legenda
NMP/100mL - Número Mais Provável por 100 mL.
L.Q. - Limite de Quantificação, VMP - Valor Máximo Permitido, N.A. - Não Aplicável

2. Informações Complementares:

- 1) Interpretação dos Resultados: Comparando os resultados obtidos para a amostra com valores estabelecidos pela Norma/Legislação.
- 2) Este Relatório Analítico só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma modificação.
- 3) Os resultados apresentados se refere somente aos itens ensaiados.

Código de Verificação: 000991420829016910202000000

Francisco Jodilson Moreira B. Filho

Caroline Batista Leite Marques

Francisco Jodilson Moreira Beserra Filho
 CRQ 10.200.337 - X REGIÃO - Resp. Técnico
 Diretor Técnico

Caroline Batista Leite Marques
 CRQ 10.200.789 - X REGIÃO - Signatário
 Coordenador Técnico