



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS VIII – ARARUNA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE**  
**COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL**

**SARA ÍVINA ARAÚJO RODRIGUES**

**UM ESTUDO SOBRE O CADASTRO GEORREFERENCIADO DE POÇOS**  
**DESTINADOS AO ABASTECIMENTO HUMANO NA CIDADE DE NOVA**  
**FLORESTA - PB**

**ARARUNA – PB**

**2022**

**SARA ÍVINA ARAÚJO RODRIGUES**

**UM ESTUDO SOBRE O CADASTRO GEORREFERENCIADO DE POÇOS  
DESTINADOS AO ABASTECIMENTO HUMANO NA CIDADE DE NOVA  
FLORESTA - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Graduação em  
Engenharia Civil da Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Saneamento.

**Orientador:** Prof. Me. Igor Souza Ogata.

**ARARUNA – PB**

**2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

R696e Rodrigues, Sara Ivina Araujo.

Um estudo sobre o cadastro georreferenciado de poços destinados ao abastecimento humano na cidade de Nova Floresta - PB [manuscrito] / Sara Ivina Araujo Rodrigues. - 2022.

50 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2022.

"Orientação : Prof. Dr. Igor Souza Ogata, Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."

1. Vigilância da qualidade da água para consumo humano.  
2. Soluções alternativas de abastecimento de água. 3.  
Geoprocessamento. I. Título

21. ed. CDD 628.1

SARA ÍVINA ARAÚJO RODRIGUES

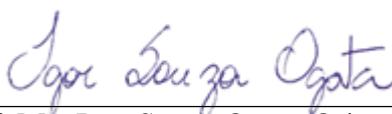
UM ESTUDO SOBRE O CADASTRO GEORREFERENCIADO DE POÇOS  
DESTINADOS AO ABASTECIMENTO HUMANO NA CIDADE DE NOVA FLORESTA -  
PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Coordenação do Curso de Graduação em  
Engenharia Civil da Universidade Estadual  
da Paraíba, como requisito parcial à obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Saneamento.

Aprovado em: 26/03/2022.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. M<sup>e</sup>. Igor Souza Ogata (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Lauandes Marques de Oliveira  
Faculdade Três Marias (FTM)

À Deus, pelo Seu infinito amor que me faz  
acordar todos os dias.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ser o autor da minha vida, na qual muitas vezes eu quero ditar como serão os próximos capítulos, mas Ele me tranquiliza mostrando que o que Ele tem para mim é muito melhor.

Aos meus pais, pois de forma alguma eu teria chegado aqui sem eles. Obrigada por todo esforço e sacrifício, preocupação e cuidado, sei que não foram poucas as dificuldades, mas nós conseguimos. Obrigada mãe, por ser minha inspiração e sinônimo de força.

Obrigada à minha irmã Sheila e minhas tias, principalmente Luzenilda, que é uma segunda mãe pra mim. E ao meu avô Pedro no qual uma das minhas maiores alegrias será ele me ver formada. Obrigada à minha sobrinha Marina, que com sua doçura me mostra que é lindo sonhar.

Ao meu noivo, José Neto, pelo apoio e incentivo que sempre tive, que nunca mediu esforços para me ajudar no que fosse preciso, que me entendia nos problemas da universidade e sempre acreditou que eu seria uma ótima profissional, muito obrigada, sem você tudo faria menos sentido.

Obrigada às minhas queridas amigas, por todo carinho e companhia durante esses anos de curso, em especial, Thaisa Thyanne e Ayanne Macêdo, vocês foram indispensáveis nessa trajetória, vocês são luz na minha vida. Obrigada também aos meus amigos e irmãos de alma, Tácia Thaisa, Pablo Diego, Jonas Damião, Mateus Ítalo, Irene Cruz e Rafaele Maria, o caminho seria muito mais difícil sem os nossos momentos de descontração, sem as risadas arrancadas de mim quando eu queria chorar, sou muito grata por ter vocês comigo.

Aos professores do Curso de Graduação em Engenharia Civil, campus VIII, em especial, ao meu orientador Igor Souza Ogata, que prontamente me ajudou em todos os momentos, e Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro, ambos com contribuições lindas ao longo de todo este curso, por meio das disciplinas e debates, mas principalmente pelo exemplo que são em sala de aula, não só em conteúdos técnicos, mas em humanidade.

A todos que contribuíram direta e indiretamente, muito obrigada.

*“Considerando ser a água, nosso precioso recurso natural responsável pela origem da vida e sua sustentação no nosso planeta Terra, reconheço como extremamente oportuna a iniciativa de divulgar a importância desse bem” (VICTORINO, 2007, p.11).*

## RESUMO

O Nordeste brasileiro, em especial, a região semiárida é uma localidade que sofre com a escassez hídrica e que, em muitas situações, submete seus habitantes a buscarem soluções alternativas de abastecimento. A cidade de Nova Floresta - PB, situada no Curimataú Paraibano, não foge à realidade de tantos outros municípios do semiárido e apresenta dificuldades no abastecimento de água principalmente pela falta de um fornecimento de água por rede de distribuição, fazendo com que esta seja totalmente dependente de soluções alternativas de abastecimento. Desta forma as águas subterrâneas que se situam entre os vazios das formações geológicas e compõem os aquíferos são vistas como meio de solucionar parcialmente ou totalmente o problema doméstico de abastecimento no município em estudo. Nesta pesquisa, de tipo exploratória e abordagem quantitativa, foram estabelecidos os objetivos de realizar o cadastro georreferenciado dos poços utilizados para abastecimento doméstico no bairro Francisco Estevão na cidade de Nova Floresta, produzir produtos cartográficos através de software de geoprocessamento que indiquem posição dos poços com suas características de infraestrutura e uso contribuindo assim para a vigilância da água no município. Com o método de aplicação de questionários em todo a região de estudo foi possível cadastrar poços utilizados como Soluções Alternativas Individuais (SAI) e Soluções Alternativas Coletivas (SAC) nas quais foram identificados problemas de falta de tratamento e desinfecção da água, insuficiência da vigilância e inexistência do controle da água. Além disso também foi averiguado que as SAC são responsáveis majoritariamente pelo atendimento aos habitantes da região devido à realização do comércio da água e que a quantidade de poços que apresentam outorga é ínfima. Ao fim, constatou-se a necessidade de maiores cuidados sanitários, tanto em formas de tratamentos da água como em elementos físicos de proteção aos poços, além da intensificação da vigilância da qualidade água em busca da garantia da segurança dos habitantes que residem em uma localidade que utilizam dessa água para diversos fins, inclusive, beber e cozinhar.

**Palavras-Chave:** Vigilância da qualidade da água para consumo humano. Soluções alternativas de abastecimento de água. Geoprocessamento.

## ABSTRACT

The Brazilian Northeast, especially the semi-arid region, is a locality that suffers from the water shortages and that, in many situations, subject its inhabitants to seek alternative supply solutions . The Nova Floresta - PB city, located in Curimataú Paraibano, does not escape the reality of so many other municipalities in the semiarid region and presents difficulties in supply mainly due to the lack of a water supply by distribution network, making it totally dependent on alternative supply solutions. In this way, the underground waters situated between the geological formation gaps that compose aquifers are seen as a means of solving partial or totally the domestic supply problem in the municipality in study. In this research, exploratory type and quantitative approach, were established the objectives of carrying out the georeferenced register of the wells used for supply in the Francisco Estevão neighborhood in Nova Floresta city, to produce maps through geoprocessing software that indicate the wells position with infrastructure characteristic and use, contributing for water surveillance in the municipality. With the forms application method in all of the study region, it was possible to register used wells as Individual Alternative Solutions (IAS) and Collective Alternatives Solutions (CAS), in which were identified of lack of treatment and water disinfection problems, insufficiency surveillance and lack of water control. Besides that, it was also verified that the CAS are majority responsible for attending to the inhabitants of the region due to the realization of the water trade and the number of wells that present the consent is negligible. Finally, it was realized the necessity of greater care sanitary, both in forms of water treatment and in physical elements of wells protection, in addition to the intensification of water quality surveillance, in search of guarantee the safety of inhabitants residing in the locality that use this water for a variety of purpose, including drinking and cooking.

**Keywords:** Surveillance of water quality for human consumption. Alternative water supply solutions. Geoprocessing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma-----	27
Figura 2 – Localização da área de estudo -----	30
Figura 3 – Localização dos poços no bairro Francisco Estevão-----	32
Figura 4 – Quantidade de vazão captada -----	33
Figura 5 – Quantidade de habitantes atendidos -----	34
Figura 6 – Tipo de suprimento dos poços -----	36
Figura 7 – Tempo de existência das soluções alternativas -----	38
Figura 8 - Renda das famílias abastecidas -----	39
Figura 9 – Nível educacional -----	40
Figura 10 – Percepção da qualidade da água pelos usuários-----	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Habitantes atendidos por SAI e SAC -----	34
Tabela 2 - Tipo de suprimento das soluções cadastradas-----	35
Tabela 3 - Distribuição das proteções sanitárias-----	37
Tabela 4 - Renda -----	38
Tabela 5 – Nível educacional-----	39
Tabela 6 – Usos da água -----	40
Tabela 7 – Qualidade da água -----	41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
ANA	Agência Nacional das Águas
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IATA	Índice de Atendimento Total das Águas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
OP	Operação Carro-Pipa
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
P1+ 2	Programa 1 Terra e Duas Águas
P1MC	Programa 1 Milhão de Cisternas
PVC	Policloreto de Vinila
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAC	Soluções Alternativas Coletivas
SAI	Soluções Alternativas Individuais
SIAGAS	Sistema da Informação de Águas Subterrâneas
SISAGUA	Sistema de Informação Sobre Qualidade da Água para Consumo Humano
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
UTM	Universal Transversa de Mercator

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Histórico do abastecimento de água no Nordeste brasileiro</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Soluções alternativas de abastecimento de água</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Sistemas individuais e coletivos de uso de água</b> .....	<b>20</b>
<b>2.4</b>	<b>Utilização de águas subterrâneas em soluções alternativas de abastecimento de água</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5</b>	<b>Tipologia de poços</b> .....	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da região de estudo</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Elaboração e aplicação do questionário</b> .....	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>Georreferenciamento e análise de dados</b> .....	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Vazão de captação</b> .....	<b>33</b>
<b>4.2</b>	<b>Habitantes atendidos</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Grupos de risco, vigilância, controle e monitoramento da água</b> .....	<b>35</b>
<b>4.4</b>	<b>Responsável técnico e outorga</b> .....	<b>35</b>
<b>4.5</b>	<b>Tipo de suprimento, tratamento e desinfecção</b> .....	<b>35</b>
<b>4.6</b>	<b>Fontes poluidoras e proteção sanitária</b> .....	<b>36</b>
<b>4.7</b>	<b>Canalização, tempo de funcionamento diário e tempo de existência da solução</b> .....	<b>37</b>
<b>4.8</b>	<b>Renda e nível educacional</b> .....	<b>38</b>
<b>4.9</b>	<b>Usos e qualidade da água, manejo dos resíduos sólidos e efluentes</b> .....	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>42</b>

<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> -----	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> -----	<b>45</b>
	<b>APÊNDICE A – Questionário utilizado</b> -----	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é de fato o recurso natural mais importante utilizado pelo homem e é destinada a diversos fins, sendo eles consuntivos ou não. Com base nisso, é possível determinar que de toda a água disponível no planeta, somente 3% é doce, a qual cerca de 2/3 encontram-se em geleiras e a parte que resta, em rios, lagos e águas subterrâneas que diariamente são alvos de poluição (BERNARDI et al., 2011).

Desse modo, é possível compreender que a disponibilidade de água de boa qualidade para o consumo humano está cada vez mais escassa, principalmente em estado superficial e em regiões com baixos índices pluviométricos.

O Nordeste brasileiro é uma região que, de acordo com Silva (2019), normalmente não apresenta a capacidade de garantir água para todo o ciclo hidrológico por causa de alguns fatores como a pouca pluviosidade e alto potencial de evapotranspiração. De acordo com Marengo (2008), a pluviosidade média na região Nordeste, principalmente na região semiárida, varia entre 300 mm/ano à 800 mm/ano enquanto que a média pluviométrica brasileira das outras regiões do território brasileiro apresenta um valor anual de 3.000 mm.

A condição de escassez de água que o semiárido brasileiro sofre atinge cerca de 25 milhões de pessoas distribuídas em 1.262 municípios nos estados da região Nordeste e no estado de Minas Gerais (FARIAS et al., 2020). De acordo com Santos et al. (2012), durante o ano de 2012 foram contabilizados 1.196 municípios em estado emergencial devido à estiagem no Nordeste.

No Brasil, de acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento (2018), por meio de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), somente 74,2% da população nordestina tem acesso ao fornecimento de água potável por rede de distribuição. Devido a isso, é justificável a utilização das soluções alternativas de abastecimento de água em regiões como a do semiárido nordestino, em especial soluções que coletam água de fontes subterrâneas empregando fundamentalmente poços.

Pedrosa e Silva (2002) afirmam em seus escritos, que no Brasil havia um número mínimo de 300 mil poços, em 2021, após quase 20 anos, o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil, afirma a existência de 344.859 poços ou fontes naturais, caracterizando um aumento pouco expressivo. Contudo, deve se levar em conta que mesmo com o avanço da tecnologia de perfuração de poços, provavelmente, esse valor não corresponde ao número real de poços brasileiros, pois de acordo com Rebouças (1997), a falta de controle das atividades de perfuração de poços nos níveis

federal, estadual e municipal fazem distanciar o número real de poços dos números estimados, tanto na região Nordeste como em todo território nacional brasileiro, devido a existência de subnotificações, principalmente em localidades com pouco acesso à fiscalização e informação.

Semelhantemente, o município de Nova Floresta, situado no Curimataú Paraibano, que atualmente é totalmente abastecidos por sistemas alternativos de água, há a presença de diversos poços sem cadastramento, seja por órgão de prestação de serviço ou de fiscalização. Desta forma, para auxiliar na vigilância da qualidade da água para consumo humano e gestão dos recursos hídricos, este trabalho possui como desígnio geral o cadastro georreferenciado dos poços da cidade de Nova Floresta – PB.

### **1.1 Objetivo geral**

Cadastrar poços utilizados como sistema alternativo de abastecimento de água para o consumo humano localizados no bairro Francisco Estevão na zona urbana do município de Nova Floresta na Paraíba para fins de auxílio a vigilância da qualidade da água.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Realizar o cadastro georreferenciado de poços existentes no bairro Francisco Estevão na cidade de Nova Floresta – PB.
- Elaborar produtos cartográficos que relacionem a posição dos poços com suas características de infraestrutura e uso.
- Contribuir com a vigilância da qualidade da água para consumo humano no município em estudo.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Histórico do abastecimento de água no Nordeste brasileiro

O Nordeste brasileiro é uma macrorregião do país composta por nove estados e que por diversos momentos foi conhecida como uma região atrasada, devidos os níveis de analfabetismo e índice de desenvolvimento humano (IDH), bem como um cenário de seca e morte.

Isso tudo se deve a um histórico de contínuos conflitos, exploração e sujeição da massa trabalhadora nordestina desde os primeiros anos do descobrimento do Brasil, gerando relações sociais produtivas de caráter arcaico e exploratório, remetentes à escravidão e exploração extensiva e irresponsável do meio ambiente, fundamentos estes determinantes das características de atraso e subdesenvolvimento que a região Nordeste ainda apresenta em algumas áreas de seu território (BARROS, 2019).

Esse território foi o primeiro do Brasil a ser ocupado pelos colonizadores e teve sua exploração iniciada por volta de 1530 (LIMA; MAGALHÃES, 2018). Diante disso, o Nordeste contribuiu com a acumulação de bens como colônia de exploração, que com o passar dos anos foi construindo uma perspectiva excludente do homem nordestino, mas como uma cultura de persistência na ocupação do território semiárido, esse estigma foi sendo enfraquecido.

Os poucos relatos e documentos, que retratam a realidade do Nordeste nos primeiros séculos após a colonização, são unânimes em narrar que desde o início já havia a relutância dos Portugueses em adentrar as terras do interior por notarem semelhança com um deserto ou ‘desertão’ de onde derivou-se a palavra sertão. Por outro lado, as narrativas explanam que com a intensificação do povoamento do interior do Nordeste, aumentaram os relatos sobre as secas e o quão devastadoras eram as consequências dela, com a morte de animais e pessoas, devido à fome e a sede (LIMA; MAGALHÃES, 2018).

Após alguns séculos analisando o fenômeno da seca no Nordeste, é possível compreender que apesar da macrorregião ser a mais seca do Brasil, o regime de baixa pluviometria e pouca disponibilidade de água que a caracteriza, não atinge o Nordeste em sua completude, mas sim é característica de uma região denominada semiárido, que atinge os nove estados do Nordeste além da região norte do estado de Minas Gerais, afetando 1.262 municípios onde residem mais de 25 milhões de pessoas (FARIAS et al., 2020).

Esse semiárido pode então ser definido como uma extensão que apresenta períodos chuvosos curtos e intensos com longos meses de estiagem, onde há a presença de um tipo de

vegetação diferenciada das demais regiões do Brasil, denominada de caatinga – um ecossistema em que está presente uma fauna e flora adaptada as condições de alta temperatura e evapotranspiração média anual.

No semiárido nordestino o período de chuva normalmente dura quatro meses consecutivos, sendo eles, de fevereiro a maio, quando normalmente ocorre na região o período conhecido como “inverno” (LIMA; MAGALHÃES, 2018). Fora desse espaço de tempo, o clima é sempre muito seco e quente, o que gera muita perda de água para a atmosfera, caracterizando os prolongados períodos de carência hídrica.

Desse modo, a limitação hídrica, definida pela ausência ou escassez das chuvas, traz à tona a vida dos nordestinos, impactos que resultam da interação entre o evento natural e a demanda das pessoas pelo uso de água seja eles na agricultura, pecuária, indústria e principalmente no abastecimento de água humano. Esta última não é um problema exclusivo do Nordeste, mas todo o Brasil possui problemas com essa infraestrutura. Todavia, devida a condição de escassez, aspectos quantitativos são afetados, impossibilitando o acesso ao mínimo de água para a sobrevivência, afetando a qualidade de vida e causando prejuízos econômicos.

Nesse sentido, o acesso à água por um sistema de abastecimento adequado ainda é uma realidade distante e postergada. Silva (1998), por exemplo, alega que no ano de 1995 somente 76% da população tinha acesso ao abastecimento de água encanada. Além disso, Silva (1998) apontava um problema presente em todo o território nacional o qual mesmo com o acesso à água, essa nem sempre é de boa qualidade devido à contaminação dos mananciais por esgotos domésticos, industriais e defensivos agrícolas, além de riscos de contaminação por infiltração de esgotos na rede de distribuição. Araújo et al. (2016) retrata a pouca mudança deste cenário desde o relato de Silva, pois no ano de 2014 somente 83% da população tinham acesso à um sistema de abastecimento de água e a maior parte dos 17% estava presente nas regiões Norte e Nordeste.

Especificamente na região semiárida do Nordeste, a falta de acesso a água não é devida apenas aos baixos índices pluviométricos ou a concentração de chuvas em poucos meses, mas também má administração dos recursos hídricos existentes e infraestrutura de abastecimento insuficiente. O que é um contraponto ao dito por Silva et al. (2016, p. 2) que para garantir o acesso fundamental a água “são necessárias ações que promovam condições de se captar a água em períodos de chuva e utilizá-la em tempos de maiores necessidades, estimulando políticas de convivência com o semiárido.”.

Diante desse cenário, Lima e Magalhães (2018) explicam que a situação do abastecimento de água nordestino foi marcada no século XX por diversos episódios de secas

plurianuais na região Nordeste, que incentivou a busca por soluções através da construção de obras hídricas, caracterizadas por barramentos, com o intuito de garantir o armazenamento de água para o abastecimento, principalmente, para consumo humano e dessedentação de animais.

Contudo, ações para sobreviver aos eventos de seca não foram realizados apenas no século XX, diversas outras tentativas de sanar o problema de abastecimento de água já foram realizadas desde a política de açudagem até a transferência da população atingida para outras regiões, como a Amazônica (LIMA; MAGALHÃES, 2018).

Por sua vez, no século XXI, foi observada uma manutenção da população no território sertanejo, pois, a população teve acesso aos programas de assistência social (como o Bolsa-Família e Garantia Safra). Farias et al. (2020) confirmam isso em seu trabalho, quando relata que mesmo com o colapso de pequenas barragens a população se manteve em sua região devido aos programas sociais que são originados para a garantia da cidadania e impulsionar a segurança da população em situações de vulnerabilidade, como a comunidade semiárida em meio à seca, além de proporcionar o acesso e utilização de benefícios considerados como necessários para promover a justiça social e o bem-estar da população.

Por sua vez, políticas voltadas a convivência com a seca se destacam a Operação carro-pipa, para garantir acesso a água a população, Programa 1 milhão de cisternas (P1MC), Programa Uma Terra Duas Águas (P1+2) essas duas com o objetivo de democratizar o acesso à captação de água por meios pluviais, e ainda há o programa Água doce, voltado à dessalinização da água salobra encontrada em aquíferos. Além disso, foi incentivado quando possível, a transferência de águas dentre bacias, como ocorreu no caso do Rio São Francisco (FARIAS et al., 2020).

Infelizmente, todas essas medidas ainda não são suficientes para melhorar a administração das águas em período de chuvas para alívio no período de escassez. Assim, no Nordeste, o abastecimento de água é dependente de programas que visam soluções de emergência, se baseando em proporcionar acesso a água sem nenhum processo de garantia de qualidade desta.

Para melhor ilustrar essa situação, é possível verificar que no Nordeste em 2014 o Índice de Atendimento Total de Água (IATA) estava em 72,9%, pois a oferta de água era insuficiente, devido a distribuição espacial irregular dos recursos hídricos, mau estado de conservação dos corpos hídricos, conflitos existentes e pouco investimento na implementação de novos sistemas de abastecimento (ARAÚJO et al., 2016).

## 2.2 Soluções alternativas de abastecimento de água

Desde o início dos tempos, as civilizações têm buscado se alojar perto de locais que possuam acesso aos corpos hídricos, sejam eles rios, lagos ou fontes naturais, tudo isso para que o abastecimento de água seja efetivo, pois, água é um bem essencial ao desenvolvimento, físico, econômico e social.

A partir daí a problemática com relação ao abastecimento convencional de água ocorre, porque em diversos locais esse acesso não é facilitado, necessitando de infraestrutura de abastecimento de água, que muitas vezes não existe ou é insuficiente. No caso específico do Brasil, Caldas e Sampaio (2015) relatam que na dimensão de habitação, na qual estão presentes as variáveis acesso à água canalizada, acesso à banheiros e existência de energia elétrica, o item mais escasso no Brasil é água canalizada, onde as regiões Norte e Nordeste apresentam, respectivamente, um percentual de 18,97% e 17,16% de famílias sem acesso a esse recurso.

Sendo assim é possível verificar que até em locais com grande abundância de água, com a região Norte do Brasil, há desabastecimento de água. Para explicar isso, Peixoto e Pereira (2019, p. 2) dizem que “as condições geográficas e locais influenciam na dependência das fontes hídricas superficiais ou subterrâneas. Assim, a matriz hídrica de uma porção territorial depende da disponibilidade do recurso hídrico e de meio técnico para explorá-lo.”

Diante disso, afirma-se que mesmo em uma região que está praticamente toda situada sobre a maior bacia hidrográfica do Brasil, como a região Norte do país, o abastecimento de água não depende somente da disponibilidade do recurso hídrico, mas do meio técnico e principalmente de investimento para que ele seja efetivo.

Em inúmeros lugares o abastecimento de água advindo principalmente das concessionárias é inoperante e são gerados conflitos no acesso à água, de maneira que se cria um mercado clandestino de abastecimento de água, que em vários momentos não garante qualidade da prestação do serviço, mas assim possibilita o acesso (BRAGA et al., 2014).

Por este motivo, soluções alternativas ao abastecimento convencional de água têm sido cada vez mais difundidos e utilizados, principalmente em regiões onde a vulnerabilidade hídrica é maior, como no Nordeste Brasileiro, em específico na região semiárida.

Contudo, não é qualquer fonte de água que pode ser utilizada para o consumo humano, para tanto é necessário analisar se tal recurso é compatível tanto no aspecto qualitativo como quantitativo, visto que o consumo de uma água imprópria é capaz de gerar problemas de saúde pública, através da difusão de doenças infecciosas como a cólera (ARAÚJO et al., 2016).

Para Diniz (2010), na seleção de uma fonte hídrica a ser utilizada como forma alternativa do abastecimento de água, é preciso levar em consideração a localização, qualidade e a capacidade, onde via de regra, as melhores opções residem nas águas subterrâneas.

Ainda de acordo com Diniz (2010), as principais fontes de águas alternativas para o abastecimento de água para uso doméstico são as captações de águas pluviais, fontes superficiais e de água subterrânea, sendo todas estas captações divididas em diversos tipos.

No que tange o abastecimento de água por captação da água da chuva, normalmente esta ocorre para garantir a subsistência de uma única família ou pequenas comunidades. Esse sistema é composto primeiramente pela área de captação, calhas e tubulações, telas e peneiras, cisterna ou outro elemento de armazenamento e as tubulações que levam essa água até os pontos de utilização (SILVA, 2019).

Normalmente, as áreas de captação são telhados ou áreas maiores situadas no terreno que são impermeabilizadas e que possuem uma pequena inclinação para que a água possa escoar até o reservatório. Esse tipo de abastecimento capta água apenas nos meses em que ocorre precipitação – no caso do semiárido nordestino são os meses de fevereiro a maio - depois disso durante o período de estiagem os usuários devem utilizar economicamente o recurso, que normalmente na região Nordeste, não é capaz de garantir água para todo o ciclo hidrológico, assim como comprovou Silva (2019). No Brasil essa solução alternativa se popularizou com o advento do P1MC.

As águas para abastecimento por soluções alternativas podem ser provenientes de nascentes (DINIZ, 2010), local onde ocorre uma emersão natural de água subterrânea, originando-se a partir de aquíferos porosos ou fraturados onde abaixo desses estão presentes camadas sólidas e/ou impermeáveis que bloqueiam o fluxo subterrâneo forçando a água a emergir na superfície.

Essa emersão de água pode acontecer diretamente na superfície, ou seja, ao ar livre, ou dentro de outro corpo hídrico como rio ou mar. Quando ocorre a emersão a pressão atmosférica, essa água pode ser prontamente captada e quando não há contaminações com a superfície, esta se encontra normalmente em estado muito bom de qualidade. Essas nascentes podem ser construídas na forma de fontes por gravidade e artesanais, sendo essa última subdividida em fontes de depressão ou de transbordamento (DINIZ, 2010).

Quando se fala em poços de captação, referencia-se a processos de escavação do solo para a exploração da água contida nele. De acordo com Peixoto e Pereira (2019), o solo do semiárido nordestino apresenta mais de 50% de sua formação por rochas cristalinas, caracterizando, portanto, poços com vazões abaixo de três metros cúbicos por hora. Entretanto,

ainda há extensões limitadas, que possuem maior potencial hídrico, como a região do Curimataú Paraibano, que possuem formações do tipo sedimentar com presença de arenitos e argilitos que favorecem a retenção de água e conseqüentemente a formação de reservas subterrâneas (FARIAS et al., 2020). Devido a isso, muitos lugares do Nordeste utilizam água subterrânea como a principal fonte do abastecimento doméstico de água, tanto na forma parcial como total.

Assim como mencionado anteriormente, normalmente o volume de água que pode ser conseguido para esse método é limitada, muitas vezes não sendo o suficiente para o simples abastecimento humano sendo necessário aumentar a área de captação seja de forma lateral ou verticalmente ou por combinação de ambos (DINIZ, 2010).

Apesar da existência dessas técnicas, ainda há localidades que passam por dificuldades no abastecimento de água no Nordeste, seja por um regime mais crítico de seca que não permite a captação pluvial, por indisponibilidade de água subterrânea ou porque o abastecimento convencional é racionado, havendo períodos que este não ocorre e as necessidades domésticas não são atendidas (FARIAS et al., 2020).

Por esse motivo é que por diversas vezes é necessário que haja políticas públicas de caráter emergencial para municípios ou comunidades, como a Operação Carro- Pipa (OP) que se baseia no objetivo de garantir o abastecimento humano por meio da distribuição de água em caminhões do tipo tanque que são conhecidos como carros-pipa (FARIAS et al., 2020).

Além disso, em algumas regiões há o comércio da água, onde por diversas vezes os caminhões se assemelham aos utilizados na OP. Comumente, a água possui um valor um pouco mais elevado e o consumidor paga por um valor acima do que ele pagaria caso o abastecimento de água encanada feito pela concessionária fosse efetivo, pois, o acesso à água sendo uma necessidade primária faz com que o indivíduo tenha que sujeitar-se a esse mercado.

### **2.3 Sistemas individuais e coletivos de uso de água**

De acordo com Oliveira et al. (2017), a Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VQACH) classifica as formas de abastecimento de água, independentemente da zona de atuação, se urbana ou rural, em três grandes grupos, denominados de sistema de abastecimento de água (SAA), soluções alternativas individuais (SAI) e soluções alternativas coletivas (SAC).

O SAA é a forma de abastecimento na qual é realizada a distribuição por meio de uma rede de tubulações pública, sendo considerado o modelo ideal de abastecimento, pois garante acesso a água com qualidade e pressão adequadas (OLIVEIRA et al., 2017).

Por sua vez, as SAI refere-se aos sistemas privados sem rede de distribuição nos quais as soluções empregadas atendem a unidades domiciliares para somente uma família, exemplificado por poços, cisternas, caixas de água, baldes, entre outras formas de abastecimento. Já as SAC possuem as mesmas características de um SAI, no entanto, abastecem mais de uma família e até pequenas comunidades (SANTOS et al., 2015)

Oliveira et al. (2017) faz algumas considerações importantes no que tange a distribuição dessas formas de abastecimento com base no Sistema de Informação sobre Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). Segundo esta base de dados, em 2015, no Brasil, 12,3% das formas de abastecimento eram SAA, 47,1% eram SAI e 40,6% eram SAC, técnicas que abastecem respectivamente 71,2%, 0,73% e 3,5% da população. Vale ressaltar que nesse ano apenas 67,9% dos municípios brasileiros preencheram o SISAGUA e desses apenas 26,1% realizaram esse cadastro.

Os valores pertencentes à essa pesquisa são representativos do cenário brasileiro de abastecimento de água, pois mostram que apesar da grande quantidade de soluções alternativas empregadas, a maioria da população se dispõe de SAA para ter acesso a água. Contudo, há realidades destoantes, com diversos municípios majoritariamente ou totalmente abastecidos por SAI ou SAC, inclusive muitas vezes com caráter emergencial como o caso da OP, que apesar de auxiliar no aspecto quantitativo, por ser de caráter emergencial, falha no qualitativo.

Além disso, vale a pena ressaltar que a maior dependência de SAI e SAC é normalmente encontrada em cidades de menor porte com menos de 10 mil habitantes. “Adicionalmente, as regiões Norte (50,2%) e Nordeste (51,9%) concentravam mais da metade das SAI e SAC cadastradas e juntas representavam 38% dos SAA, mesmo percentual verificado para a região Sudeste (38,1%)” (OLIVEIRA et al., 2017, p .2).

O fato de a região Nordeste, segundo o SISAGUA, ter mais de 50% do seu abastecimento realizado por SAC e SAI é somente um reflexo dos problemas de abastecimento de água da região. Esses sistemas alternativos são importantes para a sobrevivência da população que não tem acesso ao SAA, entretanto é preocupante, pois é evidente que o monitoramento da qualidade dessa água é por diversas vezes inativo ou até mesmo inexistente, sendo agravado ainda mais por acesso à SAI e SAC em zonas urbanas onde o índice de poluição e probabilidade de contaminação dessas águas é ainda maior.

Outro aspecto a se discutir é o fato de que para diversas famílias que passam ou passaram por situações de seca e habituaram-se à sobrevivência com o abastecimento de água por soluções alternativas, por vezes incerto e inseguro, essas formas de abastecimento não são

apenas instrumentos ou soluções para coleta de água, mas sim, parte de suas histórias e sinônimos de esperança. Nesse sentido Soares (2010) relata que:

O poço/mina e a água dele proveniente não são meros elementos físicos do ambiente, são parte integrante da casa, da família, fazem parte da história de vida das pessoas; conectam e referenciam épocas (infância, juventude) e momentos (construção da casa, casamento), são elementos de referência e de construção da memória dos indivíduos (SOARES, 2010, p. 92).

## **2.4 Utilização de águas subterrâneas em soluções alternativas de abastecimento de água**

As águas subterrâneas são aquelas que se situam entre os vazios das formações geológicas, formando aquíferos, os quais armazenam água através da infiltração do ciclo hidrológico, preenchendo poros do solo ou fraturas em rochas, em um processo lento conhecido como recarga de aquífero.

Essa fonte de água possui como unidade de referência a bacia hidrogeológica, diferentemente de corpos hídricos superficiais, que são delimitados por bacias hidrográficas, e quando a bacia hidrográfica falha em disponibilizar água para os usos humanos é uma das primeiras e mais lógicas soluções analisadas para resolver a demanda.

As águas subterrâneas são responsáveis por garantir o abastecimento parcial ou total das famílias e para os mais diversos fins – irrigação, lazer, indústria, entre outros usos – em vários municípios brasileiros, por exemplo, de acordo com Santos et al., (2015) cerca de 15,6% das residências brasileiras utilizam para todos os fins de consumo e atendimento de necessidades exclusivamente as águas subterrâneas.

Normalmente as águas subterrâneas são associadas a uma água boa qualidade e podem ser utilizadas para todos os fins, inclusive consumo humano, sem a necessidade de passar por tratamentos complexos. Esse fato, insere na população uma ideia de que possuir uma solução alternativa por meio de água subterrânea resolve todos os problemas do abastecimento, inclusive econômicos.

Todavia, águas subterrâneas de boa qualidade não são fáceis de encontrar, em especial na região Nordeste, que como cita Braga et al. (2014), devido a predominância de formação geológica do tipo cristalina (55%) que não favorece o armazenamento de água da chuva e permite a dissolução de sais e geralmente a água é de baixa qualidade. Contudo, toda água deve passar por alguma espécie de tratamento para ser utilizada no consumo humano, mesmo em aquíferos sedimentares – com melhor qualidade da água –, que no Nordeste representa 45% dos aquíferos e estão concentrados nas regiões litorâneas e nos estados do Maranhão e Piauí, ainda

há um déficit no tratamento, assim como relatado por Oliveira et al. (2017), que mostra que, segundo o SISAGUA, 39,5% dos SAI não possuem tratamento.

Esse tratamento é fundamental para remoção de sais, nutrientes e microrganismos patogênicos comumente presentes em águas subterrâneas de formações cristalinas, oriundos da dissolução de rochas, decomposição da matéria orgânica e infiltração de poluentes, que podem causar agravos a saúde humana (PEIXOTO; PEREIRA, 2019; SANTOS et al., 2015).

Por essa motivação é importante que os padrões acerca da qualidade da água sejam fidedignamente seguidos para qualquer que seja o tipo de uso. Nesse sentido, a Resolução CONAMA Nº 396/2008 estabelece os usos preponderantes da água subterrânea com base na qualidade da água bruta das fontes naturais, garantindo segurança aos usuários.

As classes nas quais a resolução CONAMA Nº 396/2008 caracteriza as águas subterrâneas são a classe especial, classe 1, classe 2, classe 3, classe 4 e classe 5. A classe especial destina-se a águas de aquíferos que contribuem para a formação de corpos de água superficiais também de classe especial.

A classe 1 apresenta águas de aquíferos que não passaram por alterações de seu padrão de qualidade por interferências humanas e que não necessitam de tratamento para os usos preponderantes- nos quais estão inclusos consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação. A classe 2 corresponde a águas de aquíferos que não passaram por alteração de qualidade por atividades humanas, mas que podem exigir algum tratamento para sua utilização a depender do uso à qual se destina.

As classes de 3 a 5 destinam-se a águas de aquíferos que em geral apresentam alterações antrópicas e são dependentes de tratamento, caso não sejam sujeitas a tratamento só devem ser utilizadas para fins menos restritivos.

De acordo com Souza et al. (2014), dentre os usos consuntivos, a distribuição de água no Brasil é 63% para a irrigação, 18% para o abastecimento humano, 14% para o setor industrial e 5% para uso animal. Apesar de todos os usos terem parcela na contribuição do desenvolvimento econômico e social, em casos de escassez o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA) a estimativa de áreas irrigáveis, responsáveis pelo setor de maior consumo de água no Brasil, no ano de 2015 era de 6,5 milhões de hectares (ANA, 2017). O grande consumo de água nessa atividade causa perdas significativas, levando ao desperdício e à contaminação de águas superficiais e subterrâneas (SOUZA et al., 2014).

No caso do uso da água nas indústrias há uma variação muito grande da aplicação dessa água de acordo com o setor e a tecnologia empregada nos processos. A água pode ser utilizada desde a incorporação nos produtos até a lavagem de materiais e equipamentos. Porém, o uso industrial é um dos principais fatores de poluição hídrica, visto que na grande maioria das vezes a água resultante do uso industrial pode carregar resíduos tóxicos, como metais pesados e restos de materiais orgânicos (SOUZA et al., 2014).

## 2.5 Tipologia de poços

Basicamente, todos os métodos de captação das águas subterrâneas se baseiam na escavação do solo até uma profundidade abaixo do nível do lençol freático. Para que os indivíduos possam ter acesso à água o mais comum é a utilização de captações verticais também conhecido como poços, nas quais é possível subdividir dentro desse grande grupo em poços de grande diâmetro ou poços tubulares (DINIZ, 2010).

As captações verticais podem ter as mais diversas denominações que variam de acordo com as características construtivas, mas também de acordo com a região do País. No caso de poços domésticos existem denominações como cacimba, cacimbão, poço artesiano, poço raso, poço profundo, poço amazonas, entre outros (ALENCAR et al., 2018).

Todavia, ainda existem as captações horizontais, também chamadas de galerias, que não são tão utilizadas quanto as captações verticais e são empregadas em casos onde o lençol freático esteja mais alto, com profundidades de 5 à 8 metros, também são utilizadas em lençóis freáticos costeiros, pois asseguram mais facilmente que a água salgada não irá se misturar com a água doce que está sendo captada. (DINIZ, 2010).

Vasconcelos (2017) busca realizar em seu trabalho uma revisão bibliográfica acerca da caracterização dos diversos tipos de poços, inclusive analisando o critério construtivo, para um melhor entendimento da diferenciação desses elementos. Assim, ele afirma que há uma classificação principal para os poços, em que são denominados de escavados e tubulares. Além desses, ainda existem os poços de recarga e de injeção, que não servem para o abastecimento humano, uma vez que possuem o objetivo de inserir água no aquífero e retirar amostras para análises laboratoriais, respectivamente.

Em relação aos poços escavados, vale a pena ressaltar que historicamente este foi utilizado desde o tempo colonial, chamado pelos escravos angolanos de *kixima* e que com o passar dos anos foi transformado em cacimba e depois foi intitulado como cacimbão em algumas regiões (PIUCI, 1986).

O que acontece na realidade é que poços escavados são no geral aqueles que apresentem diâmetro mínimo de 50 centímetros e ainda segundo Alencar et al. (2018) possuem profundidade máxima em torno de 20 metros, mas que podem variar de acordo com a formação geológica e da disponibilidade do aquífero.

Os poços escavados podem ser divididos em cacimbão, cacimba e amazonas. Os cacimbões normalmente apresentam diâmetro máximo de até 5 metros e possuem revestimento que pode ser parcial ou total. Nesse tipo de poço, é normal a utilização de uma espécie de tampa que impeça a visualização da profundidade e que nivele a superfície ao seu entorno, pois normalmente não há nenhuma elevação acima do solo para o isolamento da abertura, também é comum que o diâmetro desse tipo de poço não seja uniforme e vá se estreitando com profundidade (VASCONCELOS, 2017).

Sobre os poços do tipo cacimba, basicamente têm as mesmas características de um do tipo cacimbão, diferenciando-se apenas quanto ao seu aspecto temporário, pois situam-se no entorno de rios ou açudes e apresentam pequena profundidade e pequeno diâmetro, pouco maiores de 0,5 metros (VASCONCELOS, 2017).

Em contrapartida os poços do tipo amazonas têm como principal característica construtiva seus diâmetros acima dos 5 metros, e como o cacimbão, apresenta algum tipo de revestimento total ou parcial, que normalmente é alvenaria, podendo ser colocadas ferragens e concreto. Esse revestimento normalmente excede até a superfície, garantindo uma maior isolamento e segurança (PIUCI, 1986).

De acordo com Vasconcelos (2017), em casos particulares os poços escavados ainda podem possuir sistemas de captação de água por drenos horizontais ou drenos radiais caracterizando poços que podem ser denominados radiais ou poços coletores.

Quanto aos poços tubulares, que como o próprio nome indica, possui revestimento tubular que podem ser de Policloreto de Vinila (PVC), ferro ou aço. Diferentemente de poços escavados os diâmetros são inferiores a 1 metro, mas o revestimento pode ser parcial ou total, assim como os poços escavados (VASCONCELOS, 2017).

Poços tubulares podem retirar água de aquíferos livres ou confinados, no primeiro caso geralmente possuem profundidades de até 15 metros, e no segundo, as profundidades variam a até centenas de metros, pois esses poços, também chamados de artesianos, ultrapassam as camadas impermeáveis do solo (VASCONCELOS, 2017).

Os poços artesianos ainda podem ser subdivididos em jorrantes e não jorrantes, sendo os jorrantes aqueles que a água saem do poço sem auxílio de bomba, esse processo de

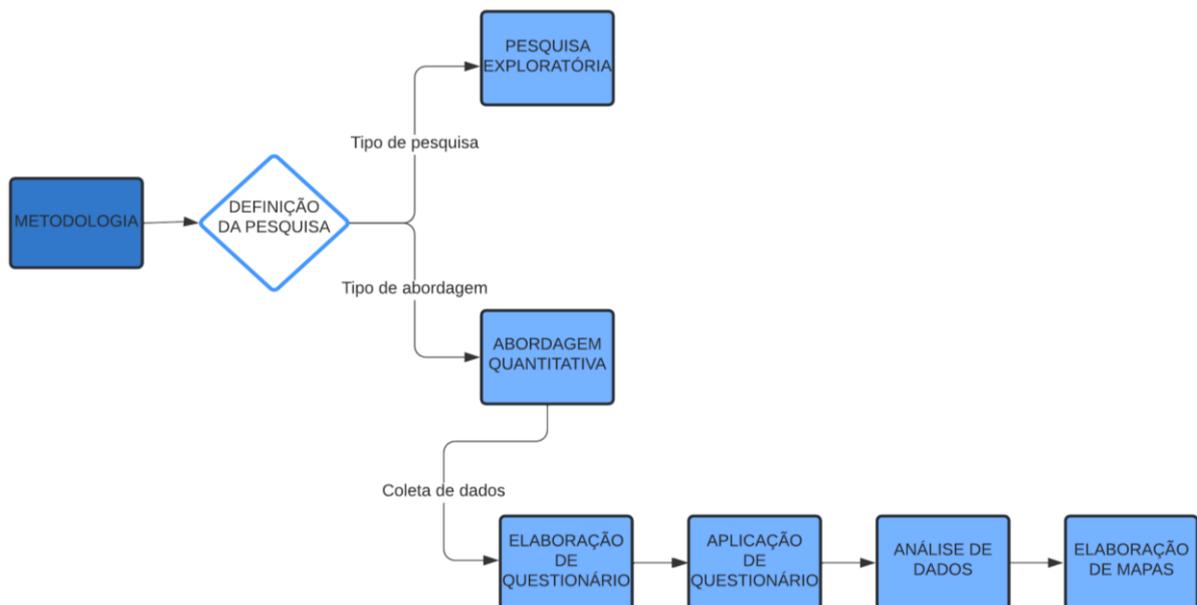
exploração na água pode ser permanente ou temporário, dependendo da recarga e do uso desse aquífero.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa realizada para a execução deste trabalho é do tipo exploratória, na qual se tem a intenção de investigar e analisar um tema ainda pouco conhecido, bem como, proporcionar de modo geral uma visão acerca de determinado fato, sendo benéfica para diagnosticar situações, definir a natureza de um problema e gerar mais informações, além de explorar alternativas ou descobrir novas ideias (OLIVEIRA, 2011).

O tipo de abordagem utilizado na pesquisa é o quantitativo. Nesse tipo de abordagem, todas as informações são coletadas e através de seus respectivos tratamentos estatísticos podem ser traduzidas em números, resultando numa análise estruturada e pré-determinada. Para traduzir a condição de abastecimento de água por poços na região de estudo, foi aplicado questionário com a finalidade de entender a infraestrutura de abastecimento e a forma como é utilizada para o consumo humano. De posse desses dados, estes foram consolidados em planilha eletrônica para posterior elaboração de mapas, que proporcionasse uma análise georreferenciada das soluções alternativas por poços no bairro Francisco Estevão em Nova Floresta - PB. Com a intenção de melhorar o entendimento sobre o procedimento metodológico, o fluxograma da Figura 1 foi elaborado.

**Figura 1: Fluxograma**



Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.1 Caracterização da região de estudo

O Nordeste brasileiro é uma macrorregião que abrange uma área de 1,54 milhão de quilômetros quadrados, correspondendo a 18% do território nacional e que acomoda quase 45 milhões de habitantes, o que representam 28% da população brasileira. Esse território também caracterizado como uma região que, normalmente não apresenta disponibilidade hídrica em todo o ciclo hidrológico, por causa de fatores como a pouca pluviosidade e o alto potencial de evapotranspiração (SILVA, 2019).

Essa condição é mais marcante na porção semiárida, área que abrange cerca de 23 milhões de pessoas distribuídas em 1.133 municípios nos estados da região Nordeste e no estado de Minas Gerais apresenta valores médios de pluviometria abaixo dos 800 mm/ anuais, gerando uma condição de escassez que traz malefícios à população (CGEE, 2016).

De acordo com Costa (2021), o estado da Paraíba possui 90,91% de sua área dentro da região semiárida e dos 223 municípios, 194 (86,99%) estão inseridos nessa condição. Desses, o município de Nova Floresta foi selecionado para realização dessa pesquisa por possuir problemas crônicos de abastecimento de água.

Nova Floresta é um município situado na mesorregião do Agreste e na microrregião do Curimataú Ocidental que faz divisa direta ao norte com o estado do Rio Grande do Norte e que de acordo com a AESA (2022) entre o período de 01 de janeiro de 2021 a 01 de janeiro de 2022 possuiu uma precipitação de 142,1 mm, condição que não favorece o abastecimento de água por solução de coleta pluvial, tendenciando ao uso de SAI e SAC por meio da coleta de águas subterrâneas, visto que desde o dia 16 de junho de 2014, segundo a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) através do serviço de informação ao cidadão do estado da Paraíba, foi encerrado o abastecimento por SAA no município, tornando-o dependente de soluções alternativas.

Situada nas coordenadas, Latitude: 6° 27' 17" Sul, Longitude: 36° 12' 11" Oeste, e a 600 metros de altitude, o município é inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Jacu, onde seus principais tributários são o rio Campo Comprido e o riacho Monte Alegre, o município de Nova Floresta possui 10.638 habitantes que se distribuem em três grandes bairros – Centro, Maria Faustina e Francisco Estevão - sendo esse último o foco principal da pesquisa (SGM; 2005).

O bairro Francisco Estevão foi a localidade selecionada para a realização da pesquisa e aplicação do questionário. No que tange o aspecto histórico, o bairro Francisco Estevão também é conhecido como bairro do bocão, isso se dá, pois, sua construção aconteceu em torno

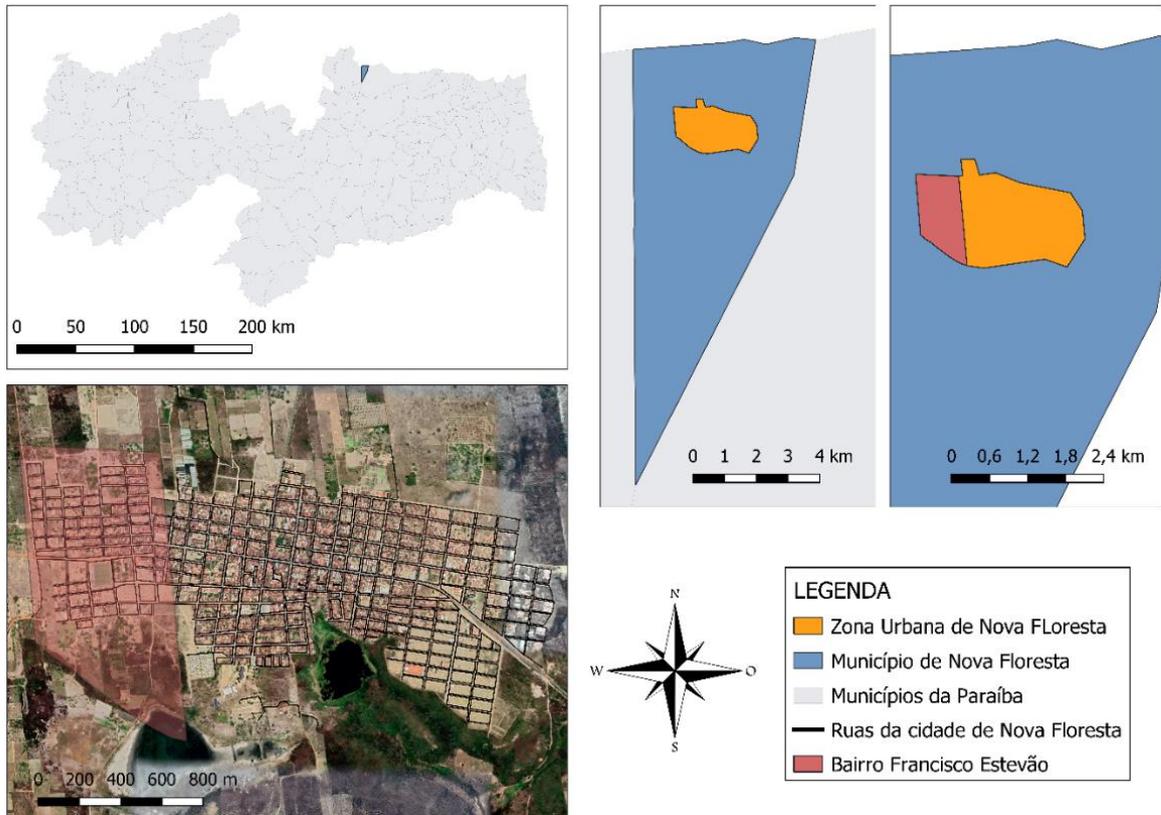
de uma cacimba, que possuía cerca de 5 metros de diâmetro e que por muitos anos serviu como único meio de acesso à água para a pequena comunidade que ali se formava. Atualmente o local onde havia essa cacimba tornou-se o Parque dos Flamboyants, ponto central do bairro.

Através de um levantamento informal com moradores da cidade foi percebido que na perspectiva de infraestrutura, o bairro Francisco Estevão é o que apresenta menor desenvolvimento, com o maior número de ruas sem pavimentação, se destacando negativamente por ser o bairro que mais sofre com questões de drenagem, uma vez que, em períodos chuvosos, as casas são invadidas pela água, gerando grandes alagamentos, de modo que estas águas podem adentrar nos poços e gerar contaminações.

No aspecto socioeconômico, o bairro Francisco Estevão não possui uma realidade muito destoante dos outros dos bairros, mas evidentemente por ser um bairro mais afastado, antigo e carente de muitas melhorias, ele não abriga os comércios mais tradicionais da cidade ou maiores construções, sendo em sua maioria composto por residências de pequeno porte.

Por ser uma cidade de pequeno porte que não apresenta plano diretor ou outros documentos regentes da urbanização, é esperada a falta de documentos que delimitem áreas de bairros e discriminem de forma clara suas composições. No entanto de acordo com informações cedidas pela Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura de Nova a Floresta, as ruas que compõem o bairro Francisco Estevão são: Horácio Viana da Costa, João Alberto da Trindade, Luis Enoque da Silva, Manoel Ferreira de Lima, Maria Josefa da Conceição, Paulo Batista Dantas, Rua Duque de Caxias, Ricart Garcia Dantas, Sebastião Francisco dos Santos, Severino Evaristo dos Santos, Manoel Costa Sobrinho, Emidio Evaristo dos Santos, Severino Francisco Dantas, José Everaldo dos Santos. Além disso são divulgadas 3 ruas nomeadas somente como “Ruas Projetadas” e 3 travessas que não possuem nomeação. Dessa forma, foi possível estabelecer o polígono da área que englobava os limites do bairro Francisco Estevão, segundo Figura 2.

**Figura 2: Localização da área de estudo**



Fonte: Elaborada pela autora.

### 3.2 Elaboração e aplicação do questionário

Para a aplicação da abordagem escolhida foi utilizado como método de coleta de dados o questionário, cujo modelo está disponível no Apêndice A, que foi aplicado de forma presencial e respondido de forma oral pelos respondentes. Essas respostas foram anotadas no questionário pela autora do trabalho, a fim de prezar pela interpretação adequada das informações.

Os respondentes aptos foram aqueles com maioridade e que residem no local definido como a região de estudo. Dessa forma, pelo menos um representante de cada residência foi solicitado a responder a pesquisa. O questionário foi elaborado de modo a proporcionar a junção de perguntas para SAI e SAC de forma clara e não sugestiva, bem como garantir que sua aplicação ocorresse de forma rápida, por isso, em sua grande maioria, foi composto por perguntas fechadas e de múltipla escolha com condições prefixadas que garantem a exatidão das respostas sobre a solução de abastecimento que os respondentes poderiam vir a utilizar e possuir em sua casa.

No período de aplicação do questionário, entre os dados a serem preenchidos, estavam as coordenadas geográficas no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), tais coordenadas puderam ser coletadas através do GPS portátil Garmin modelo etrex vista HCx.

A pesquisa de campo foi realizada do dia 22 de novembro de 2021 ao dia 31 de janeiro de 2022, de segunda à sexta, das 14h às 18h. Todas as casas do bairro foram visitadas para a aplicação do questionário, entretanto, somente os respondentes das residências que possuíam algum tipo de poço o responderam. Em situações em que a residência se encontrava fechada, ao fim do horário da tarde, novamente ela era visitada para averiguar a chegada de algum morador, caso não houvesse, como último esforço, no dia seguinte ocorria a tentativa novamente de aplicar o questionário.

### **3.3 Georreferenciamento e análise de dados**

Após a obtenção dos resultados dos questionários aplicados foi realizada a digitalização das informações por meio da criação de um banco de dados com as respostas em planilha Excel. Isolando as informações de coordenadas geográficas foi possível a inserção desses pontos no software QGIS versão 3.16.16 e em seguida realizada a criação de um arquivo *shapefile* correspondente aos pontos de SAC e SAI encontrados na região de estudo. Em seguida a adição de informações provenientes das respostas dos questionários permitiram a complementação desse arquivo *shapefile*.

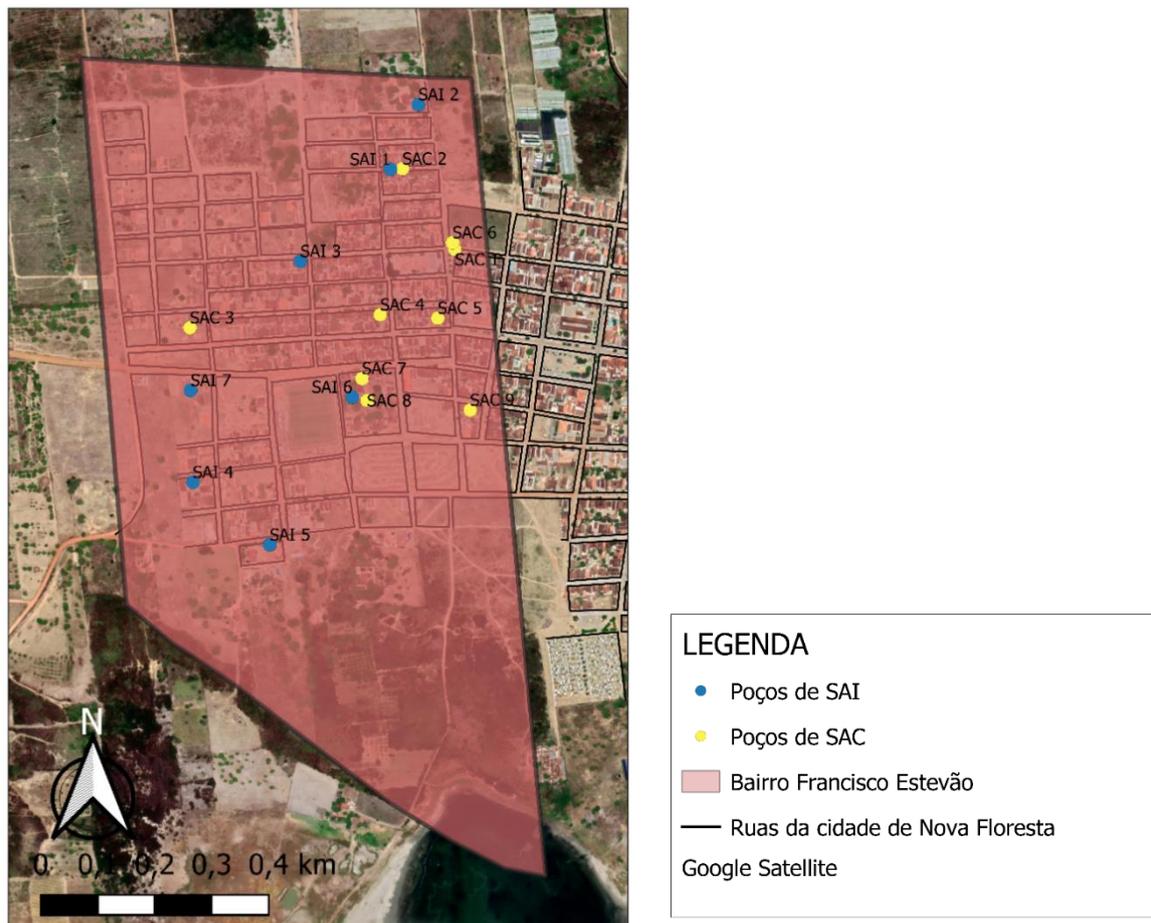
Além do arquivo de *shapefile* dos poços, foram utilizados arquivos do mesmo tipo para a delimitação do município dentro do estado da Paraíba e logradouros da zona urbana, todos disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As imagens de satélite utilizadas na confecção dos mapas foram exportadas do Google Earth Pro.

Os mapas confeccionados dividem-se em rotulações de categorização e graduação, onde os de categorização permitem analisar os grupos nos quais os poços dividiam-se e os de graduação a intensidade de uma determinada característica em cada uma das soluções alternativas. Alguns mapas de categorização confeccionados foram os referentes à localização dos poços no bairro Francisco estevão, tratamento das SAI e SAC, qualidade da água das soluções, renda dos abastecidos pelas soluções e proteção sanitária presente nos poços. Enquanto que os mapas rotulados em graduação foram os vazão de captação, tempo de existência da solução e habitantes atendidos por essas soluções.

## 4 RESULTADOS

Ao fim da aplicação dos questionários, na etapa de análise de dados, foram contabilizados o cadastramento de 16 poços, quais 7 são utilizados como SAI (43,75%) e 9 como SAC (56,25%). A distribuição desses pontos de soluções no interior do bairro Francisco Estevão está disposta na Figura 3.

**Figura 3: Localização dos poços no bairro Francisco Estevão**



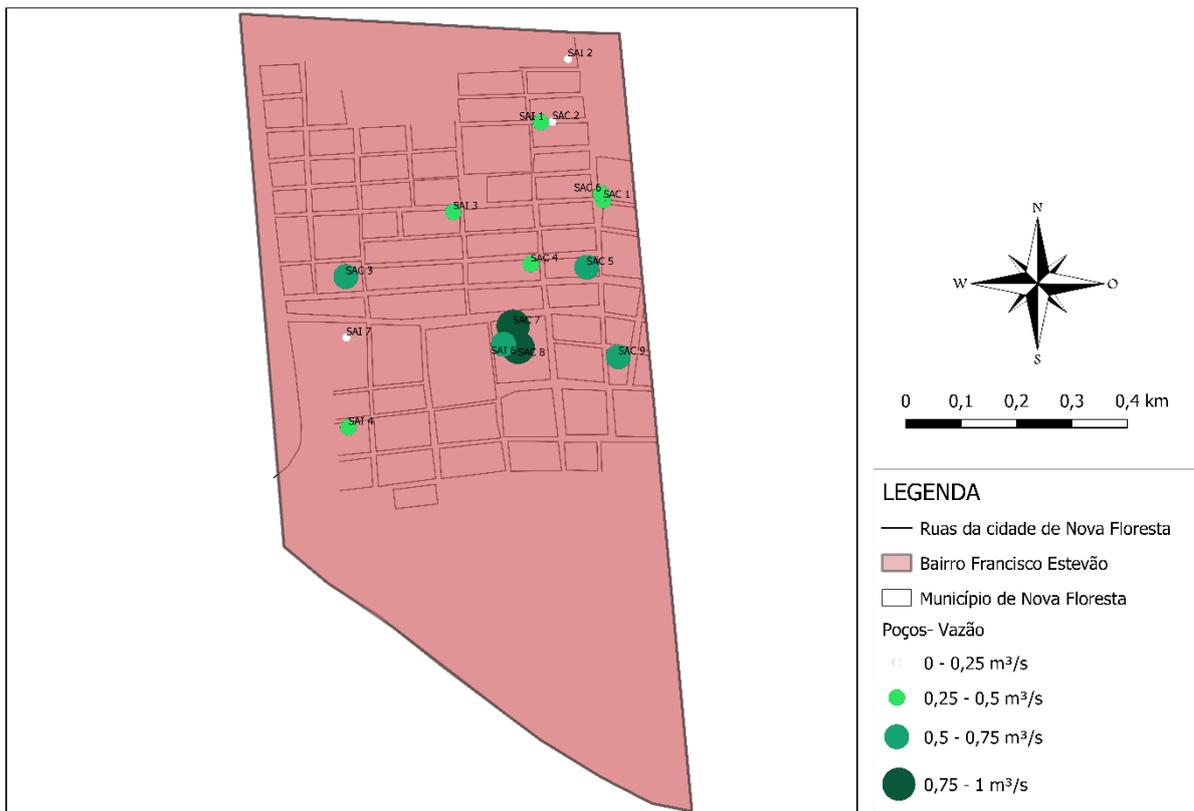
Fonte: Elaborada pela autora.

É preciso enfatizar que é possível que algumas soluções não tenham sido cadastradas devido à ausência de responsáveis nas edificações e também porque em diversas delas não haviam moradores, fato constatado pela presença de placas de aluguel e venda.

#### 4.1 Vazão de captação

Sobre a vazão de captação, os valores observados nas soluções variaram de 0,06 litros por segundo (l/s) à 0,97 l/s (Figura 4), com valores médios de vazão para as SAI corresponde a 0,25 l/s, enquanto que para SAC o valor é de 0,59 l/s.

**Figura 4: Quantidade de vazão captada**



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.2 Habitantes atendidos

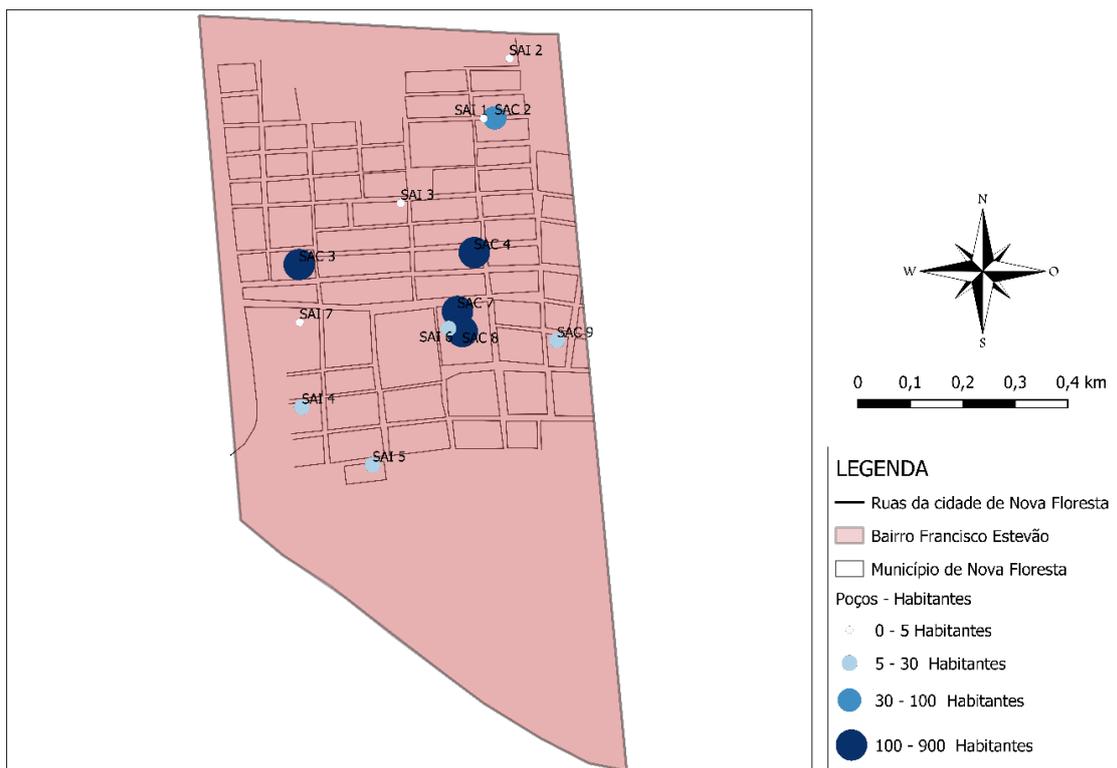
Dentre a população abastecida pelos poços, 45 são abastecidas por SAI e 2.393 por SAC (Tabela 1 e Figura 5), este último valor foi determinado através da estimativa de residências mensalmente atendidas pelas SAC, que ao multiplicar pela de média de 3,32 habitantes por residência de Nova Floresta (IBGE, 2010), resulta no valor determinado.

Tabela 1: Habitantes atendidos por SAI e SAC

Solução alternativa	Número de habitantes por solução	Porcentagem	Média de habitantes por solução
SAI	45	1,88%	6,43
SAC	2.348	98,12%	391,34

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5: Quantidade de habitantes atendidos



Fonte: Elaborada pela autora.

Dentre as SAC analisadas, algumas não souberam informar a quantidade de residências ou população atendida, como é o caso das SAC 1 e SAC 6 que não souberam informar porque realizam a venda do recurso hídrico em carros de passeio com o auxílio de pequenos reservatórios sem uma frequência de entrega semanal ou mensal e sem nenhum registro de quantas residências atendiam.

Outra situação que impossibilitou a estimativa foi a da SAC 5, que sendo um poço de administração pública e ao abastecer a Creche Adália Bezerra, o Posto de Saúde da Família IV e a Escola Senador Rui Carneiro. Além disso, a água que fica mantida no reservatório dispõe de uma torneira, a qual os moradores do bairro têm acesso facilitado e frequentemente fazem a retirada da água para diversos fins sem a supervisão da Secretaria Municipal de Agricultura e Abastecimento Urbano.

### 4.3 Grupos de risco, vigilância, controle e monitoramento da água

Em relação ao abastecimento de grupos populacionais de risco – crianças menores que 5 anos, idosos e doentes crônicos –, a maioria das SAI (77,78%) fornecem água para esse público, enquanto que apenas o SAC 5 (11,11%) possui predominância para esse público, devido atender a uma escola de nível infantil

A vigilância da água foi realizada em 4 das 16 soluções de abastecimento cadastradas (25%), dentre elas, as SAC e uma SAI. As SAI 4, SAC 4 e 6 alegaram que no último ano foram coletadas duas amostras, enquanto que a SAC 5 afirmou que seis amostras foram coletadas no último ano em intervalos igualmente espaçados. Por outro lado, não houve nenhuma ação de controle ou outro monitoramento da qualidade da água.

### 4.4 Responsável técnico e outorga

Foi verificado que o poço correspondente a SAC 7 é o único dos cadastrados nessa pesquisa que possui um responsável técnico e sua respectiva outorga, totalizando 6,25% das soluções cadastradas. O poço do SAC 5 que é de domínio da prefeitura municipal, em preenchimento de questionário, afirmou possuir responsável técnico pela solução e sua outorga, entretanto, não encontrou em seu acervo a documentação que permitisse a comprovação dessa afirmação, assim, essa solução não foi contabilizada como uma solução regularizada com numeração de outorga.

### 4.5 Tipo de suprimento, tratamento e desinfecção

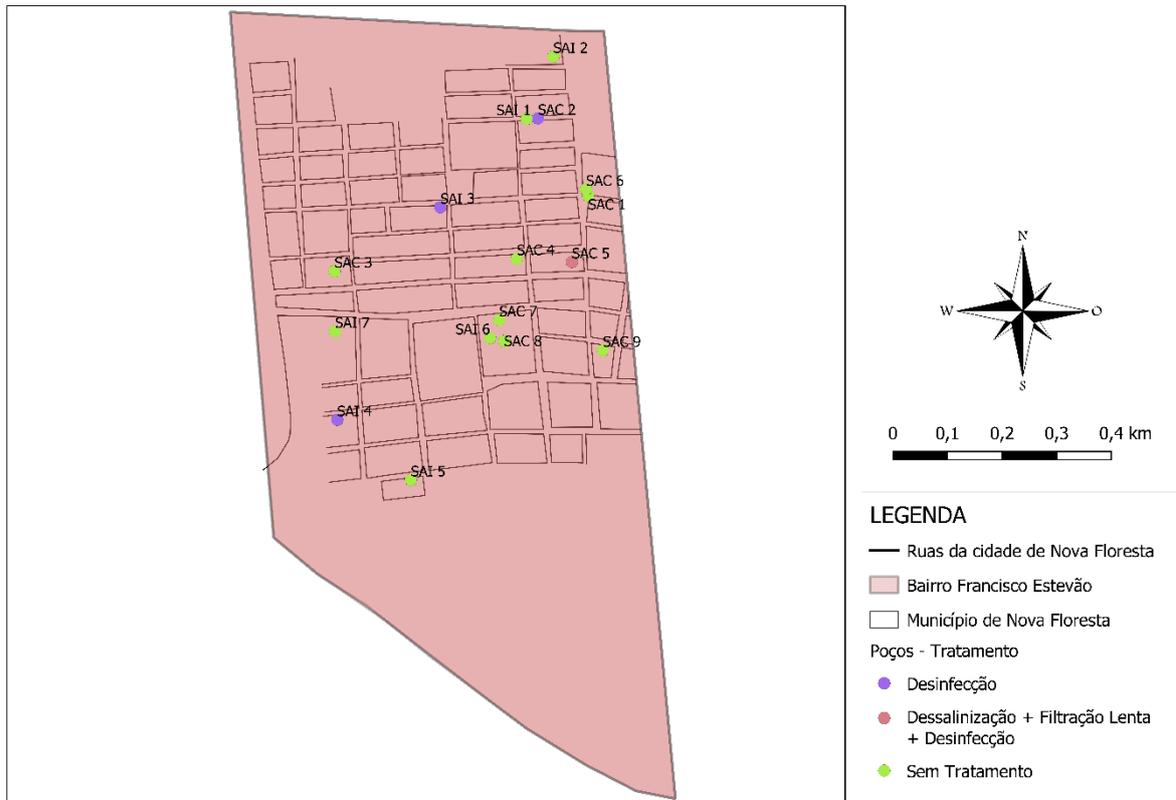
As soluções cadastradas foram enquadradas em duas categorias quanto ao tipo de suprimento, podendo ser classificado como poço raso ou profundo. Desse universo, 43,75% das soluções foram classificadas como poços rasos e 56,25% como poços profundos. A distribuição estatística e espacial do tipo de suprimento de acordo com o tipo de solução, SAI ou SAC, encontra-se na Tabela 2 e na Figura 6.

**Tabela 2: Tipo de suprimento das soluções cadastradas**

Suprimento	SAI	SAI (%)	SAC	SAC (%)
Poço raso	4	57,14	2	22,22
Poço profundo	3	42,86	7	77,78

Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 6: Tipo de suprimento dos poços**



Fonte: Elaborado pela autora.

Nos questionamentos acerca do tratamento foi constatado que quatro poços realizavam desinfecção com adição de cloro, sendo eles as SAI 3, SAI 4, SAC 1 e SAC 5, o que representa 25% das soluções cadastradas. Além disso, a SAC 5, realizava adicionalmente à desinfecção a dessalinização e filtração lenta, o que representa 6,25% das soluções cadastradas. As demais soluções não realizavam nenhum tipo de tratamento ou desinfecção (75%).

#### 4.6 Fontes poluidoras e proteção sanitária

De acordo com as respostas coletadas, três SAI (42,85%) e um SAC (11,11%) possuem contaminação por efluentes domésticos, sendo a única fonte de poluição identificada na pesquisa.

De forma complementar, foi verificado que todos poços possuem alguma proteção sanitária (Tabela 3), seja na forma de tampa, revestimento, controle de inundações e acesso a pessoas e animais

**Tabela 3: Distribuição das proteções sanitárias**

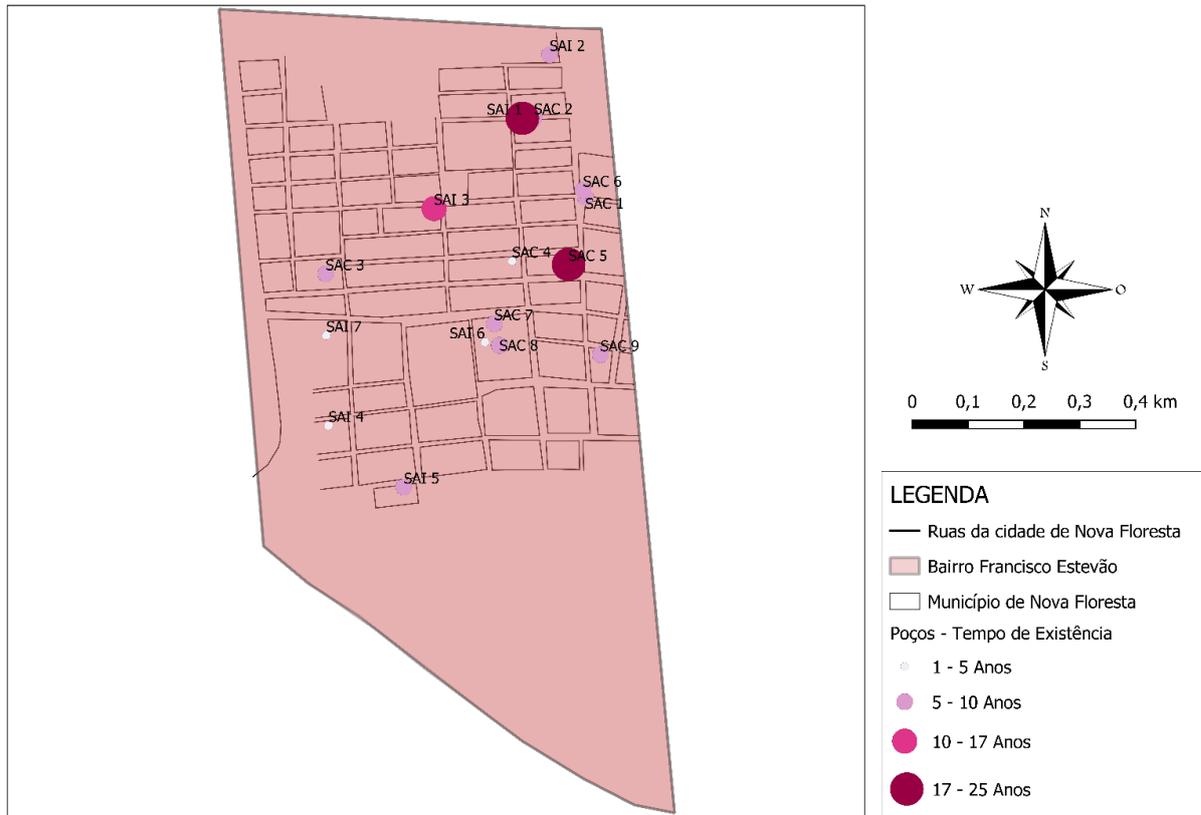
<b>Tipo de proteção</b>	<b>SAI</b>	<b>SAI (%)</b>	<b>SAC</b>	<b>SAC (%)</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
Tampa + Contra inundação	1	14,29	0	0,00	1	6,25
Tampa + Revestimento + Contra inundação	1	14,29	1	11,11	2	12,50
Tampa	2	28,57	0	0,00	2	12,50
Tampa + Revestimento + Contra acesso de pessoas e animais	0	0,00	1	11,11	1	6,25
Tampa + Revestimento	3	42,86	7	77,78	10	62,50

Fonte: Elaborado pela autora.

#### **4.7 Canalização, tempo de funcionamento diário e tempo de existência da solução**

Todas as soluções de abastecimento cadastradas possuem canalização que permite a retirada de água dos poços para os usos sem a possibilidade de contaminação na fonte, por recipientes sujos. Com o auxílio dessa canalização, as SAI em média funcionam por cerca de 8,52 horas diárias, enquanto que as SAC apresentam o tempo de funcionamento médio de 15,56 horas diárias.

Os poços cadastrados durante essa pesquisa apresentaram tempo de existência que variam de um ano à 22 anos. A média de tempo de existência das SAI é de 8,71 anos enquanto que essa média para as SAC é de 7,62 anos. A relação dos poços com o tempo de existência pode ser visualizada na Figura 7.

**Figura 7: Tempo de existência das soluções alternativas**

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.8 Renda e nível educacional

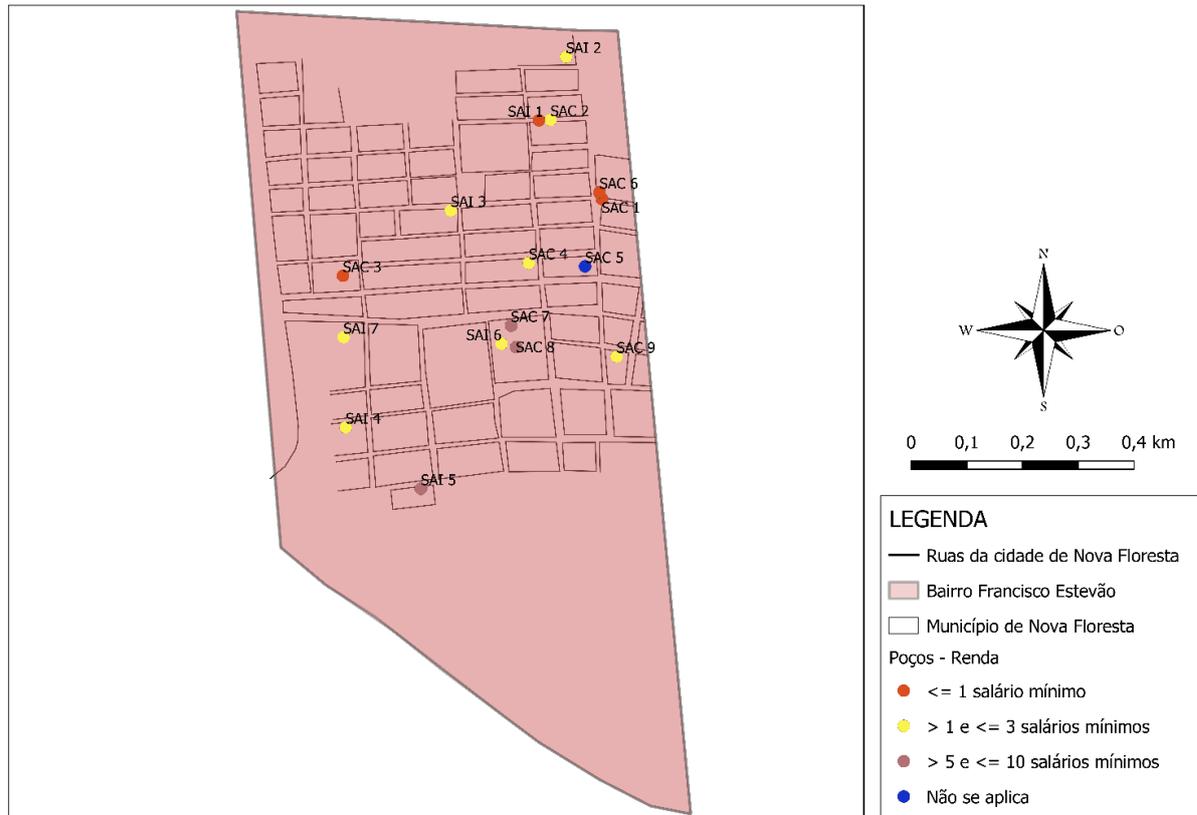
Sob o aspecto socioeconômico, os questionários perguntaram sobre a renda das famílias abastecidas, tendo obtido respostas de menos de um salário mínimo até dez salários mínimos, assim como pode ser verificado nas Tabela 4 e Figura 8.

**Tabela 4: Renda**

Tipo de proteção	SAI	SAI (%)	SAC	SAC (%)	Total	Total (%)
≤ 1 salário	1	14,29	3	37,50	4	26,67
> 1 e ≤ 3 salários	5	71,43	3	37,50	8	53,33
> 5 e ≤ 10 salários	1	14,29	2	25,00	3	20,00

Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 8: Renda das famílias abastecidas**



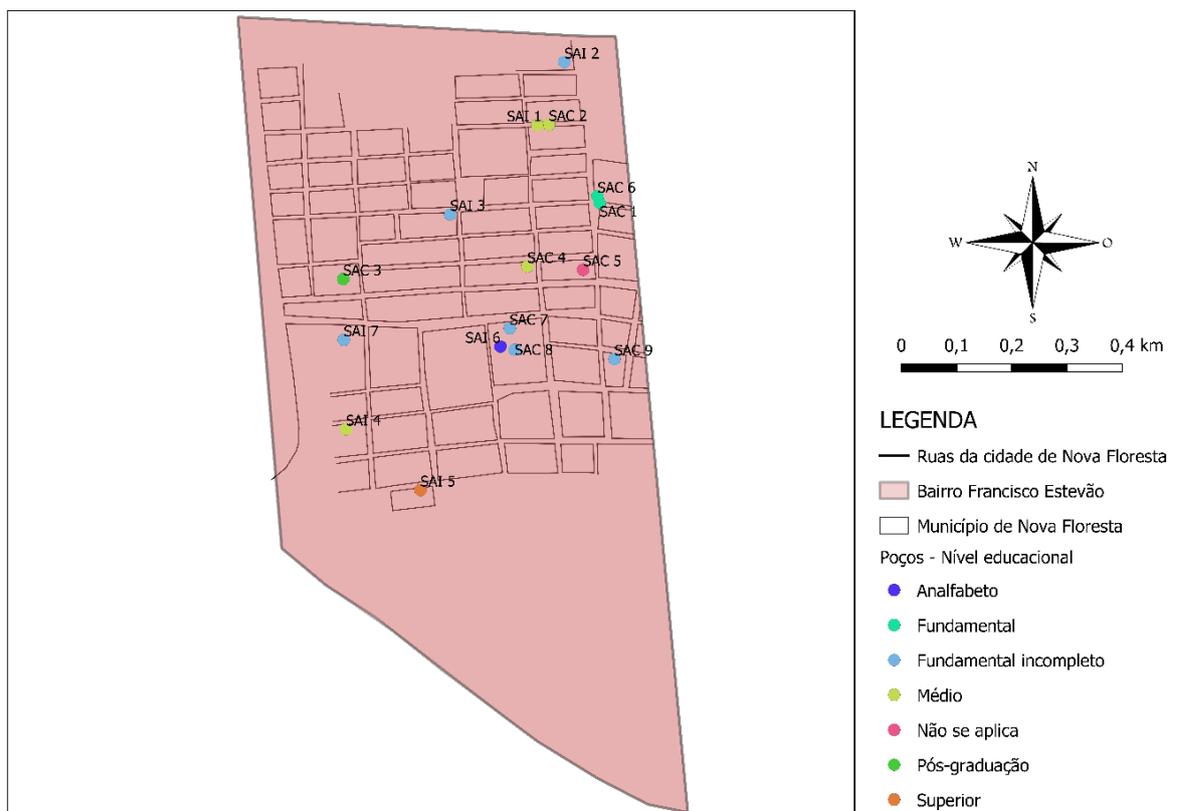
Fonte: Elaborada pela autora

Ainda sob está ótica, foi perguntado o nível educacional das pessoas que gerenciam as soluções alternativas, havendo uma prevalência de pessoas de com fundamental incompleto. Essas distribuições estatística e espacial estão apresentadas na Tabela 5 e Figura 9.

**Tabela 5: Nível educacional**

Tipo de proteção	SAI	SAI (%)	SAC	SAC (%)	Total	Total (%)
Analfabeto	1	14,29	0	0,00	1	6,67
Fundamental incompleto	3	42,86	3	37,50	6	40,00
Fundamental	0	0,00	2	25,00	2	13,33
Médio	2	28,57	2	25,00	4	26,67
Superior	1	14,29	0	0,00	1	6,67
Pós- graduação	0	0,00	1	12,50	1	6,67

Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 9: Nível educacional**

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 4.9 Usos e qualidade da água, manejo dos resíduos sólidos e efluentes

Na questão sobre os usos da água, limpeza e higiene pessoal é o uso que está presente no cotidiano de todos aqueles que utilizam das soluções cadastradas. Mesmo assim, 31,25% dos respondentes alegaram que utilizam da água para beber e cozinhar e 12,50% para outros fins. A relação dos usos da água para as soluções cadastradas se encontram na Tabela 6, enquanto a Tabela 7, mostra que esses usuários, em sua maioria percebem a água como boa (56,25%)..

**Tabela 6: Usos da água**

Tipo de proteção	SAI	SAI (%)	SAC	SAC (%)	Total	Total (%)
Limpeza e higiene pessoal + Outros	2	28,57	0	0,00	2	12,50
Beber e cozinhar + Limpeza e higiene Pessoal	1	14,29	4	44,44	5	31,25
Limpeza e higiene pessoal	4	57,14	5	55,56	9	56,25

Fonte: Elaborado pela autora.

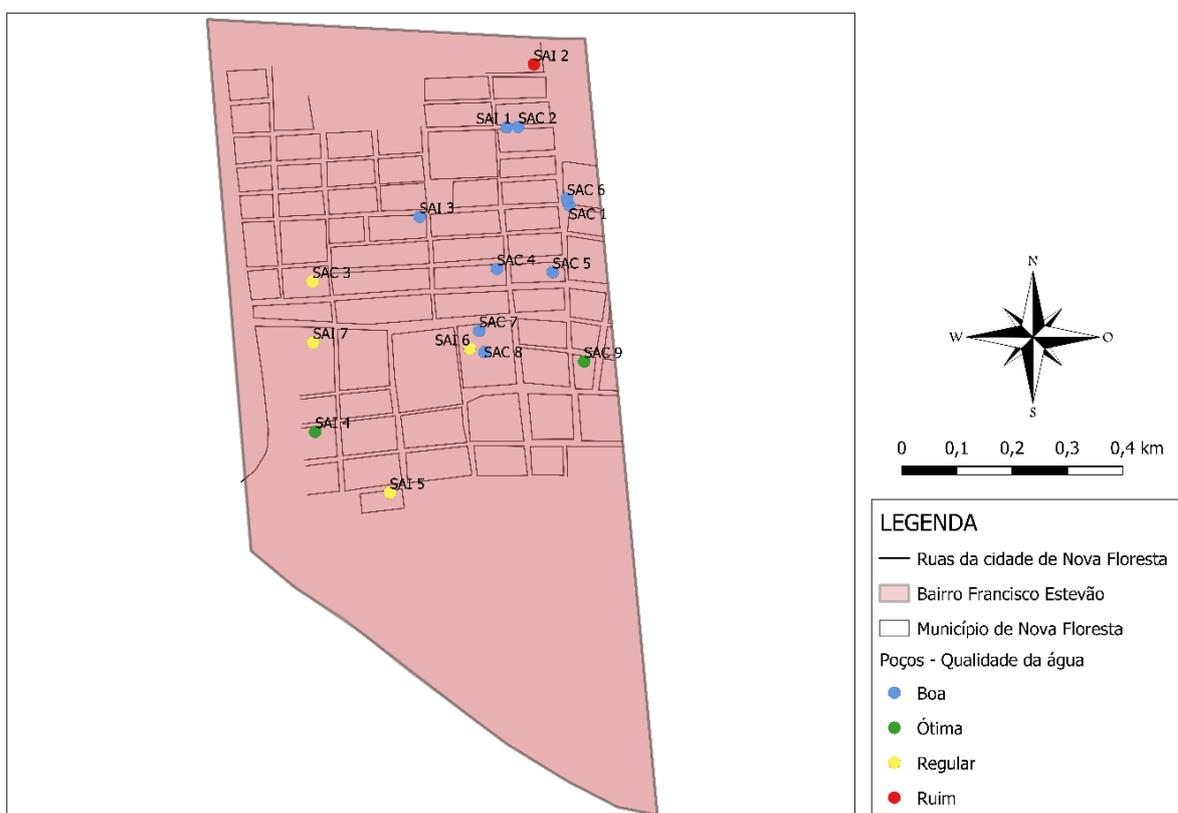
Tabela 7: Qualidade da água

Tipo de proteção	SAI	SAI (%)	SAC	SAC (%)	Total	Total (%)
Ruim	1	14,29	0	0,00	1	6,25
Regular	3	42,86	1	11,11	4	25,00
Boa	2	28,57	7	77,78	9	53,25
Ótima	1	14,29	1	11,11	2	12,50

Fonte: Elaborado pela autora.

O somatório do percentual de avaliações positivas (Qualidade boa e ótima) é evidentemente maior para SAC do que para SAI. Essa distribuição espacial, por sua vez, é apresentada na Figura 10.

Figura 10: Percepção da qualidade da água pelos usuários



Fonte: Elaborada pela autora.

Ainda sobre o manejo dos efluentes e resíduos sólidos, vale a pena registrar que não existe coleta de efluentes domésticos, de maneira que todas as residências estudadas possuem fossa séptica, que infiltra a água no solo e se torna uma fonte importante de contaminação. Por outro lado, a coleta de resíduos é contínua e frequente, sendo todo o resíduo manejado pelo sistema de limpeza urbana do município.

## 5 DISCUSSÃO

O Município de Nova Floresta, assim como tantos outros municípios do Brasil, e em especial da região semiárida, possuem dificuldades no abastecimento de água. Desde o ano de 2014 com o desabastecimento da CAGEPA a situação agravou-se e tornou o município ainda mais dependente de soluções alternativas de abastecimento. Essa informação pode ser defendida pelo fato de que a média do tempo de existência das SAI e SAC são, respectivamente, 8,71 e 7,67 anos, ambas próximas ao período de desabastecimento pela companhia (8 anos), e 81,25% das soluções cadastradas apresentam valor menor igual há 8 anos de existência

A existência de 16 poços ativos cadastrados somente no bairro Francisco Estevão demonstra a fragilidade hídrica na qual o município tem se inserido, pois de acordo com Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (2005), no ano de 2005, em todo o município só existiam 10 poços em operação, dos quais nove eram particulares e um era público. No balanço atual, ainda persiste o fato de poços públicos serem minoria, pois, na região de estudo somente um poço cadastrado era de domínio público.

Dos poços cadastrados e distribuídos entre SAI e SAC, é visível que a grande maioria da população que utiliza água dessas soluções são atendidas por SAC (98,12%), isso se dá pelo fato de que todos os SAC, com exceção do poço de administração pública (SAC 5), realizam a venda de água para as residências que são atendidas, além de que o valor necessário para a perfuração de um poço é elevada e conseqüentemente inacessível a muitos. Um dos fatos que geram preocupação na comercialização dessa água por poços particulares é que nenhum destes realizaram no último ano o controle da qualidade da água e a vigilância, coletou apenas duas amostras anuais. O que se percebe, é que apesar de 88,89% dos usuários das SAC classificarem a água como boa ou ótima, não há nenhuma investigação que comprovem essa qualidade e nem que garanta que a água, que chega à 2.393 pessoas, atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 e que é possível que tais classificações sejam influenciadas pelo interesse em não prejudicar seus comércios.

Sobre o tratamento e desinfecção, os valores percentuais encontrados tanto para soluções coletivas como individuais são alarmantes. Em SAC, o fato de que somente 11,11% realizam tratamento e 22,22% desinfecção, pode ter como fator contribuinte o fato que 62,50% dos responsáveis por essas soluções coletivas só possuam até o ensino fundamental completo e talvez desconheçam a importância da realização desses processos. Durante a aplicação dos questionários alguns responsáveis pelos poços de uso coletivo afirmaram comunicar às pessoas

para as quais vendiam água que o uso desta deveria ser destinado somente aos “gastos”, onde esse termo designa usos de limpeza e higiene pessoal e doméstica.

Em SAI a falta de proteções sanitárias mais reforçadas aliadas a falta de tratamento oferecem perigo aos usuários de 77,78% dos poços, pois estes abastecem pessoas incluídas nos grupos de risco que possuem maior vulnerabilidade e podem ficar doentes mais facilmente.

Por causa das informações acerca da falta de vigilância, controle, tratamento da água fornecida, a ocorrência de habitantes que utilizem da água para beber e cozinhar é um ponto agravante. Além disso, apesar de 68,75% dos respondentes afirmarem não possuírem nenhuma fonte poluidora que atingissem os poços, o município de Nova Floresta não apresenta esgotamento sanitário, sendo assim, a imensa maioria das edificações utilizam fossa sépticas como manejo dos efluentes, o que garante um grande risco de contaminação dos lençóis freáticos que fornecem água aos poços. Outro aspecto importante é que somente 2 poços (12,50%) apresentam proteção contra inundação, o que é essencial para a região, visto que a área de estudo tem tendências de alagamento em diversos pontos no período chuvoso.

Todos os poços cadastrados possuem uma vazão inferior a um metro cúbico por hora, e, com exceção do poço da SAC 7, nenhuma possui outorga. É verdade que de acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), para pequenos núcleos populacionais e pequenas captações não há a necessidade de outorga, entretanto não é possível afirmar que tais captações atuando juntas ainda geram um volume insignificante. O decreto Nº 19.260, de 31 de outubro de 1997 que regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos no estado da Paraíba, na seção II, estabelece como padrão o valor de vazão de 2.000 litros por hora para que não seja exigida a outorga de direito de uso da água.

Sobre a qualidade da água, não foram encontradas correlações desta com o uso das águas, nível educacional ou renda, sendo recomendado um estudo estatístico para verificação da correlação desses os critérios e como podem afetar na qualidade da água fornecida. Porém, verificou-se no aspecto da renda que as SAC em que os respondentes apresentam maior renda são os mesmos que atendem ao maior número de habitantes, possivelmente, em decorrência de que são os detentores de poços que mais comercializam a água dos pontos de possuem.

## 6 CONCLUSÃO

No cadastro das soluções foram possíveis analisar parâmetros do abastecimento, socioeconômicos e de consumo, onde foram identificados alguns problemas como a pouca atividade de vigilância, ausência de controle e monitoramento das soluções de abastecimento. A vigilância, que deveria ser realizada pela gestão do município de Nova Floresta, pois atualmente o SAA não está em atuação nessa localidade, não oferece o serviço com periodicidade nem amostragem suficiente em nenhum dos poços.

A ocorrência de SAC abastecerem cerca de 98,12% da população que utiliza de soluções (abastecimento este realizado em sua maioria por compra de água) evidencia a necessidade de vigilância e controle principalmente dessas soluções para que a população que não possui outros meios de abastecimento tenha acesso seguro ao uso da água.

Também foi compreendido que a ausência de tratamento e desinfecção das águas utilizadas aliada às incompletas proteções sanitárias são problemas preocupantes, pois indicam prováveis contaminações que geram insegurança no uso dessas soluções alternativas, em especial por pessoas de grupo de risco e principalmente para fins mais nobres de consumo humano, como beber e cozinhar. Essas contaminações podem ser provenientes de várias fontes poluidoras, entretanto, o fato de que todas as edificações da cidade de Nova Floresta apresentam como solução de coleta de efluentes a fossa séptica é um indicador inquietante de contaminação dos lençóis freáticos que alimentam essas soluções de abastecimento.

A porcentagem elevada (81,25%) de poços cadastrados com tempo de existência igual ou inferior a oito anos, período posterior ao desabastecimento pela CAGEPA, indica a vulnerabilidade hídrica na qual o município tem se encontrado e alerta para a construção e uso de soluções alternativas sem parâmetros de segurança.

A realização de pesquisas para a compreensão da situação geral da cidade e do município em relação a todas as formas de abastecimento, além da realização de uma análise e indicação ao processo de outorga para as soluções podem ser alguns dos passos iniciais para um consumo de água com mais segurança.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. D. M.; TOSADORI, G. A.; MURARO, L.; CORRÊA, W.; PEREIRA Y. S. Qualidade das águas subterrâneas e das características construtivas dos poços domésticos na planície do rio Atibaia, na região de Piracambaia II. **Águas Subterrâneas**, Campinas, 2021. ANA. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **Atlas irrigação: Uso da Água na Agricultura irrigada**, Brasília, 2017.
- ARAÚJO, S. C.; SILVA, J. A. F.; SOUZA, G. M.; CABRAL, C.M.S.; NOGUEIRA, V.F.B. distribuição espacial de indicadores operacionais de serviço de abastecimento de água no Nordeste Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 1, pág. 20 – 28, 2016.
- BARROS, Rafael Aubert de Araújo. **As hipóteses de Manoel Correia de Andrade: contribuições à história econômica do Nordeste brasileiro**. 2019. Dissertação (Mestrado em História Econômica) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- BERNARDI, E. C. S.; CADEMARTORI, R. T. O.; AUZANI, G. M. Elaboração de um banco de dados para avaliação da vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos na bacia hidrográfica do rio Ijuí. **Águas Subterrâneas**, 2011.
- BRAGA, R. A. P.; PAIVA, A. L. R.; ARAÚJO, P. F. F.; CABRAL, J. J. S. P.; SILVA, A. V.; GUSMÃO, P. T.; CAVALCANTI, E.; CARMEM, R. F.; COSTA, W. D. A sustentabilidade do uso da água subterrânea frente à exploração de areias em leito de rios do semiárido brasileiro. **Águas Subterrâneas**, 2015.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 396/2008, "Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências." Brasília: CONAMA, 2008.
- 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. Brasília: Casa Civil, 1997.
- CALDAS, R. M.; SAMPAIO, Y. S. B. Pobreza no nordeste brasileiro: Uma análise multidimensional. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 19, n 1, p. 74-96, 2005.
- COSTA, Carlos Augusto de Lima. **Semiárido paraibano: Uma revisão territorial**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2021.
- DINIZ, J. A. O. Recursos Hídricos E Desenvolvimento Sustentável No Nordeste Brasileiro: Alternativas De Captações Para O Abastecimento Integrado De Pequenas Comunidades. **Águas Subterrâneas**, Recife, 2010.
- FARIAS, T. S.; CARVALHO NETO, J. F.; VIANNA, P. C, G. Políticas públicas de distribuição de água potável: a ação da operação pipa no Curimataú Paraibano. **Revista de Geociências Do Nordeste**, v. 6, n. 2, p. 166-177, 2020

GOVERNO DA PARAÍBA (Paraíba). **Climatologia**. João Pessoa, 2021. Site. Disponível em: [http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas-grafico/?id\\_municipio=127&date\\_chart=2022-02-14&period=week](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas-grafico/?id_municipio=127&date_chart=2022-02-14&period=week). Acesso em: 14 fev. 2022.

LIMA, José Roberto de.; MAGALHÃES, Antônio Rocha. **Secas no Nordeste: registros históricos das catástrofes econômicas e humanas do século 16 ao século 21**. Brasília, 2018. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. CGEE - Centro de Gestão e Recursos Estratégicos. 2016. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**, Brasília, 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. SGM -Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Nova Floresta - PB**, Recife, 2005.

OLIVEIRA, J. S. C.; MEDEIROS, A. M.; CASTOR L. G.; CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D. Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: Questões para a vigilância em saúde ambiental. **Cadernos Saúde Coletiva [online]**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2. p. 217-224, 2017.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: Um manual para a realização de pesquisas em administração**. Catalão, 2011.

PEDROSA, C. A.; SILVA, F. A. C. Uma proposta para o cadastramento nacional de poços. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 2002.

PEIXOTO, F. S.; PEREIRA, T. C. Abastecimento e qualidade da água subterrânea no município de Serra do Mel – RN/Brasil. **Regne**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 1-19, 2019.

PIUCI, J. Elementos propedêuticos para compreensão das águas subterrâneas rasas ocorrentes na parte oriental da ilha de Marajó - Pará. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 1986.

REBOUÇAS, A. C. Água na região Nordeste: Desperdício e escassez. **Estudos Avançados [online]**, v. 11, n. 29, p. 127-154, 1997.

ROSSI, R. A.; SANTOS, E. Conflito e regulação das águas no Brasil – A experiência do salitre. **Caderno CRH [online]**, Salvador, v. 31, n. 82, pp. 151-167, 2018.

SANTOS, A. G. S.; MORAES, L. R. S.; NASCIMENTO, S. S. A. M. Qualidade da água subterrânea e necrochorume no entorno do cemitério do Campo Santo em Salvador/BA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Salvador, v. 3, n. 1, p. 39–60, 2015.

SANTOS, E.; MATOS, H.; ALVARENGA, J.; SALES, M. C. L. A seca no Nordeste no ano de 2012: Relato sobre a estiagem na região e o exemplo de prática de convivência com o semiárido no distrito de Iguaçú/Canindé- CE. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 8, p. 819 –830, 2012.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**. Brasília, 2018.

SILVA, Cristiano Wilson Ferreira. **Proposta de Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial para Fins Domésticos no Semiárido Nordestino**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2019.

SILVA, M. A. M.; FRUTUOSO, M. N. M. A.; RODRIGUES, S. S. F. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Fatores socioambientais influenciados pela seca na conservação da caatinga. **HOLOS**, v. 4, p. 245-257, 2016.

SOARES, Ana Carolina Cordeiro. **Abastecimento e consumo de água por soluções individuais em Viçosa - MG: Identificação de perigos e percepção da população consumidora**. 2010. Dissertação (Pós Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: Caso rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, v. 8, p. 26-45, 2014.

VASCONCELOS, M. B. O Que são poços? Um panorama das terminologias utilizadas para captações de Águas subterrâneas. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 2, p. 44-57, 2017.

### APÊNDICE A – Questionário utilizado

<b>Parte I – Identificação da solução alternativa</b>			
Código da solução:		Data do preenchimento:	___/___/___
Tipo de solução:	SAI ( ) SAC ( )	Coordenadas geográficas:	
Município:		Unidade da federação:	
Endereço:			
Telefone:		Fax:	
E-mail:		Web:	
Responsável técnico:		Registro do responsável:	
Localidades abastecidas:			
<b>Parte II – Descrição da solução alternativa</b>			
Vazão de captação (L/s):		Nº de captação(ões):	
Nº de captação(ões) com outorga:		Nº da(s) outorga(s):	
Quantidade de habitantes atendidos:		Existência/Predominância de grupos populacionais de risco:	( ) Sim ( ) Não
Houve vigilância da qualidade da água no último ano:	( ) Sim ( ) Não	Amostras mensais para a vigilância:	
Houve controle da qualidade da água no último ano:	( ) Sim ( ) Não	Amostras mensais para o controle:	
Tipo de suprimento:	( ) Poço raso ( ) Poço profundo ( ) Cacimba ( ) Nascente ( ) Outro:		
Tipo de tratamento:	( ) Sem tratamento ( ) Convencional ( ) Dessalinização ( ) Filtração rápida ( ) Filtração lenta ( ) Desinfecção ( ) Outro:		
Tipo de desinfecção:	( ) Sem desinfecção ( ) Cloração ( ) Ozonização ( ) Radiação ultravioleta ( ) Outro:		
Fonte poluidora:	( ) Atividades agropecuárias ( ) Atividades de mineração ( ) Efluentes domésticos ( ) Efluentes industriais ( ) Resíduos sólidos ( ) Nenhuma ( ) Outra:		
Proteção sanitária:	( ) Tampa ( ) Revestimento ( ) Contra inundação ( ) Contra acesso de pessoas e animais ( ) Nenhuma ( ) Outra:		
Canalização da captação:	( ) Sim ( ) Não	Tempo de existência da solução alternativa:	
Tempo médio de funcionamento da solução:		Há regularidade na frequência de distribuição:	( ) Sim ( ) Não
<b>Parte III – Descrição socioeconômica e de consumo</b>			
Renda familiar:	( ) ≤ 1 salário ( ) > 1 e ≤ 3 salários ( ) > 3 e ≤ 5 salários ( ) > 5 e ≤ 10 salários ( ) > 10 salários ( ) não informado		
Nível educacional:	( ) Analfabeto ( ) Fundamental incompleto ( ) Fundamental ( ) Médio incompleto ( ) Médio ( ) Superior incompleto ( ) Superior ( ) Pós-graduação		
Monitoramento realizado no último ano:	( ) Sim ( ) Não		
Usos da água:	( ) Beber e cozinhar ( ) Limpeza e higiene pessoal ( ) Outros		
Qualidade da água:	( ) Ótima ( ) Boa ( ) Regular ( ) Ruim ( ) Péssima		
Manejo dos resíduos sólidos:	( ) Coleta ( ) Enterra ( ) Queima ( ) Depósito a céu aberto ( ) Outro:		
Manejo dos efluentes:	( ) Rede pública ( ) Fossa Séptica ( ) Fossa rudimentar ( ) Solo ( ) Corpos de água ( ) Outro		