



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE HUMANIDADES OSMAR DE AQUINO  
CAMPUS III – GUARABIRA  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA**

**FRANCINALVA DA SILVA RODRIGUES ALVES**

**LEVANTAMENTO E ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DE POÇOS NO MUNICÍPIO  
DE MAMANGUAPE/PB**

**Guarabira / PB**

**2023**

**FRANCINALVA DA SILVA RODRIGUES ALVES**

**LEVANTAMENTO E ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DE POÇOS NO MUNICÍPIO  
DE MAMANGUAPE/PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)  
apresentada ao Curso de Licenciatura Plena em  
Geografia, como requisito para Conclusão de  
Curso, na Universidade Estadual da Paraíba,  
Campus III, orientado pelo Professor Dr.  
Lanusse Salim Rocha Tuma.

**Linha de pesquisa:** Geografia, Planejamento e  
Gestão Ambiental.

**Orientador:** Prof. Dr. Lanusse Salim Rocha Tuma

**Guarabira / PB**

**2023**

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.

A474I Alves, Francinalva da Silva Rodrigues.  
Levantamento e análise socioambiental de poços no município de Mamanguape/PB [manuscrito] / Francinalva da Silva Rodrigues Alves. - 2023.  
63 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Humanidades, 2023.

"Orientação : Prof. Dr. Lanusse Salim Rocha Tuma ,  
Coordenação do Curso de Geografia - CH. "

1. Águas subterrâneas. 2. Poços. 3. Análises socioambientais. I. Título

21. ed. CDD 363.7

**FRANCINALVA DA SILVA RODRIGUES ALVES**

**LEVANTAMENTO E ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL DE POÇOS NO MUNICÍPIO  
DE MAMANGUAPE/PB**

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)  
apresentada ao Curso de Licenciatura Plena em  
Geografia, como requisito para Conclusão de  
Curso, na Universidade Estadual da Paraíba,  
Campus III, orientado pelo Professor Dr.  
Lanusse Salim Rocha Tuma.

**Linha de Pesquisa:** Geografia, Planejamento e  
Gestão Ambiental.

Aprovada em: 18/10/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 LANUSSE SALIM ROCHA TUMA  
Data: 25/10/2023 06:42:09-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

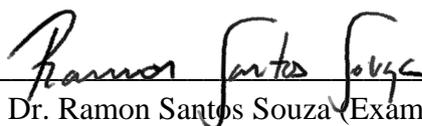
---

Prof. Dr. Lanusse Salim Rocha Tuma (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva (Examinador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Ramon Santos Souza (Examinador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, por me abençoar, por me dar forças e sabedoria para concluir o curso de Geografia. Aos meus pais: Gilma e Francisco e a minha irmã: Dalvaci, por todo apoio. Ao meu querido esposo: José Leandro, por estar comigo em todos os momentos, sempre me apoiando e me incentivando a seguir em frente.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder o dom da vida, assim como saúde, força e sabedoria para lutar por meus objetivos. Por me abençoar nos meus projetos pessoais, profissionais e acadêmicos. Por estar comigo, a todo momento, guiando os meus passos e conduzindo meus caminhos.

Agradeço a minha família, especialmente a minha mãe (Gilma), por sempre me colocar em suas orações; a meu pai (Francisco), e a minha irmã (Dalvaci), por acreditarem na minha capacidade e torcerem por mim.

Agradeço a meu querido esposo (José Leandro Alves), por ser meu companheiro de todas as horas. Por acreditar e confiar na minha capacidade. Por me acompanhar durante toda a minha pesquisa de campo, foi uma grande aventura! Por estar comigo em todos os momentos da minha vida, me apoiando e me incentivando a seguir em frente.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Lanusse Salim Rocha Tuma, pela paciência e por todo apoio durante o meu TCC.

Agradeço aos membros que compuseram a banca examinadora deste trabalho: Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva e Prof. Dr. Ramon Santos Souza. Obrigada pelas considerações para com a minha pesquisa.

Agradeço a todos os professores do curso de Geografia da UEPB, em especial, a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angélica, por ter me dado a oportunidade de participar do seu grupo de Pesquisa, Laborgeo, e também por me convidar para participar como voluntária no PIBIC, ao longo do curso. Agradeço também ao Prof. Dr. Ivanildo Costa e a Prof.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Ana Carla, pelos conhecimentos adquiridos durante a Monitoria no componente curricular de Hidrogeografia, em que ambos ministraram.

Agradeço também, aos meus colegas de turma, em especial, a Inaura da Silva Soares, pela parceria nos trabalhos da Universidade. Agradeço, também, a José Noberto Andrade de Almeida, pela parceria no PIBIC, e a todos que de forma direta e indireta fizeram parte da minha vida ao longo desses quatro anos e meio de curso.

Meu muito obrigada, a todos!

“Até aqui nos ajudou o Senhor”

**BIBLIA, 1 Samuel – 7: 12**

## **043: Geografia**

ALVES, Francinalva da Silva Rodrigues. **Levantamento e Análise Socioambiental de Poços no Município de Mamanguape/PB.** (Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Geografia. Orientador: Prof. Dr. Lanusse Salim Rocha Tuma. UEPB/CH/DG. Guarabira), 2023, 63p.

**Banca Examinadora:** Prof. Dr. Lanusse Salim Rocha Tuma (Orientador)  
Prof. Dr. Ivanildo Costa da Silva (Examinador)  
Prof. Dr. Ramon Santos Souza (Examinador)

### **RESUMO**

O presente trabalho envolveu a realização de levantamentos e análises socioambientais de poços em diversas localidades do município de Mamanguape, localizado no estado da Paraíba, Brasil. O objetivo deste estudo foi analisar as condições hídricas das áreas servidas pelos respectivos poços em atividade. Desta forma, foi necessário utilizar as informações pré-existentes do SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) e a partir delas, foi criado um banco de dados com os poços de captação de água existentes na área, extraindo-se as respectivas localizações geográficas, datas de perfuração, entre outras informações técnicas. Com o banco de dados sobre os poços organizados e com o auxílio de um aparelho GPS foi possível iniciar as visitas de campo para realizar as análises socioambientais dos poços. Foram necessários 8 trabalhos de campo para localizar e analisar os aspectos socioambientais dos poços existentes em vários trechos da região. Após finalizar as análises, verificou-se que dos 66 poços da área, 27 encontram-se em atividades, 10 foram desativados e 29 não foram localizados. Foi verificado, ainda, que em todas as comunidades visitadas, as mesmas não dispõem de redes de saneamento básico, utilizando-se das fossas sépticas, o que pode vir a ser o principal contaminante desses sistemas de captação. Também foi verificado que as comunidades não têm o hábito de filtrar, ferver ou fazer cloração na água antes de consumi-la. De acordo com os(as) entrevistados(as), as águas dos poços são adequadas para o consumo e não necessitam de outros procedimentos sanitários. Recomenda-se, para aqueles que queiram perfurar mais poços na região, que procurem os órgãos competentes para viabilizar a outorga do poço, e conseqüentemente, realizar as análises físico-químicas da água para garantir a desejada segurança sanitária, visando não causar nenhum mal à saúde humana.

**Palavras chaves:** águas subterrâneas; poços; análises socioambientais.

## **043: Geography**

ALVES, Francinalva da Silva Rodrigues. **Survey and Socio-environmental Analyses of Wells in the Municipality of Mamanguape/PB.** (Course Completion Work, Graduation in Geography. Supervisor: Prof. Dr. Lanusse Salim Rocha Tuma. UEPB/CH/DG. Guarabira), 2023, 63p.

**Examining Board:** Prof. Doctor Lanusse Salim Rocha Tuma (Supervisor)  
Prof. Doctor Ivanildo Costa da Silva (Examiner)  
Prof. Doctor Ramon Santos Souza (Examiner)

### **ABSTRACT**

The present work involved carrying out surveys and socio-environmental analyses of wells in several locations in the municipality of Mamanguape, located in the state of Paraíba, Brazil. The objective of this study was to analyze the water conditions of the areas served by the respective active wells. In this way, it was necessary to use pre-existing information from SIAGAS (Groundwater Information System) and from them, a database was created with the existing water collection wells in the area, extracting their respective geographic locations, drilling dates, among other technical information. With the database on wells organized and with the help of a GPS device, it was possible to start field visits to carry out socio-environmental analyses of the wells. It took 8 fieldworks to locate and analyze the socio-environmental aspects of existing wells in various parts of the region. After completing the analyses, it was found that of the 66 wells in the area, 27 were active, 10 were deactivated and 29 were not located. It was also verified that in all the communities visited, they do not have basic sanitation networks, using septic tanks, which could be the main contaminant of these collection systems. It was also found that communities do not have the habit of filtering, boiling or chlorinating water before consuming it. According to those interviewers, the water from the wells is suitable for consumption and does not require other sanitary procedures. It is recommended, for those who want to drill more wells in the region, that they seek the competent bodies to make the granting of the well viable, and consequently, carry out physical-chemical analyses of the water to guarantee the desired health safety, aiming to not cause any harm to the human health.

**Keywords:** groundwater; wells; socio-environmental analyses.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Distribuição da água na Terra.....	<b>14</b>
<b>Figura 2</b> - Representação do ciclo hidrológico.....	<b>15</b>
<b>Figura 3</b> - Zona de aeração e zona de saturação .....	<b>17</b>
<b>Figura 4</b> - Zona de aeração e zona de saturação.....	<b>17</b>
<b>Figura 5</b> - Tipos de aquíferos quanto a porosidade .....	<b>18</b>
<b>Figura 6</b> - Mapa dos principais aquíferos do Brasil .....	<b>19</b>
<b>Figura 7</b> - Contaminação do lençol freático por posto de gasolina .....	<b>22</b>
<b>Figura 8</b> - Contaminação do lençol freático por resíduos urbanos.....	<b>22</b>
<b>Figura 9</b> - Mapa de localização do município de Mamanguape-PB.....	<b>25</b>
<b>Figura 10</b> - Volume do Rio Mamanguape em épocas de chuvas.....	<b>26</b>
<b>Figura 11</b> - Mapa geológico do estado da Paraíba.....	<b>27</b>
<b>Figura 12</b> – Bacia Pernambuco-Paraíba.....	<b>28</b>
<b>Figura 13</b> - Mapa geológico do município de Mamanguape.....	<b>29</b>
<b>Figura 14</b> - Áreas de poços visitados durante a pesquisa de campo.....	<b>37</b>
<b>Figura 15</b> - Poço localizado na zona rural de Mamanguape-PB .....	<b>42</b>
<b>Figura 16</b> - Poço localizado muito próximo de uma residência na zona rural de Mamanguape-PB.....	<b>46</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Quantidades de poços existentes em Mamanguape, por localidades.....	<b>35</b>
--	-----------

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1-</b> Origem dos principais problemas de qualidade da água subterrânea .....	<b>21</b>
---	-----------

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Poços no município de Mamanguape-PB. ....	<b>38</b>
<b>Gráfico 2</b> - Renda familiar da população servida pelos poços.....	<b>39</b>
<b>Gráfico 3</b> - Faixa etária da população entrevistada.....	<b>39</b>
<b>Gráfico 4</b> – Grau de escolaridade dos entrevistados.....	<b>40</b>
<b>Gráfico 5</b> - Quantidade de poços localizados na área urbana e rural de Mamanguape/PB	<b>40</b>
<b>Gráfico 6</b> – Tipo de poço.....	<b>41</b>
<b>Gráfico 7</b> – Quantidade de famílias atendidas pelos poços.....	<b>42</b>
<b>Gráfico 8</b> – Forma de armazenamento das águas dos poços.....	<b>43</b>
<b>Gráfico 9</b> – Produtos utilizados para lavar os reservatórios de água.....	<b>44</b>
<b>Gráfico 10-</b> Finalidade das águas dos poços.....	<b>45</b>
<b>Gráfico 11</b> - Pessoas que têm o hábito de filtrar as águas dos poços antes do consumo....	<b>45</b>
<b>Gráfico 12</b> - Fossas sépticas próximas dos poços.....	<b>46</b>
<b>Gráfico 13</b> - Poços localizados próximos de cemitério ou posto de combustível.....	<b>47</b>
<b>Gráfico 14</b> – Empresas que realizaram as perfurações dos poços.....	<b>48</b>
<b>Gráfico 15</b> - Profissionais que acompanharam a obra de perfuração dos poços.....	<b>49</b>
<b>Gráfico 16-</b> Poços perfurados que possuem licenças junto ao órgão gestor de recursos hídricos.....	<b>49</b>
<b>Gráfico 17</b> - Ensaios realizados para atestar a qualidade da água subterrânea.....	<b>50</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAS	Associação Brasileira de Águas Subterrâneas.
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas.
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba.
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
GPS	Global Position System ou Sistema de Posicionamento Global.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
PB	Paraíba.
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento.
SAG	Sistema Aquífero Guarani.
SGB	Serviço Geológico do Brasil.
SIAGAS	Sistemas de Informações de Águas Subterrâneas.
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.
UTM	Urchin Tracking Module ou Monitor de Tráfego Urchin.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1 AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SEUS USOS NO PLANETA .....	14
2.1.1 TIPOS DE AQUÍFEROS.....	17
2.2 A ÁGUA E AS QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS.....	20
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS (ASPECTOS METODOLÓGICOS).....</b>	<b>25</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.2 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS .....	26
3.3 METODOLOGIA UTILIZADA (MÉTODO DE TRABALHO).....	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>32</b>
4.1 ALGUMAS DIFICULDADES ENCONTRADAS DURANTE A PESQUISA DE CAMPO.....	32
4.2 ANÁLISES SOCIOAMBIENTAIS DOS POÇOS LOCALIZADOS NA ÁREA DE ESTUDO.....	36
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como foco principal abordar sobre a temática “*Levantamento e análise socioambiental de poços no município de Mamanguape/PB*”. A escolha pela temática surgiu a partir da análise do contexto hídrico espacial do município supracitado, no qual nota-se a utilização de poços em alguns equipamentos urbanos e rurais. Desse modo, surge a inquietude e o interesse em investigar, a respeito das condições socioambientais dos respectivos poços espalhados pelo município de Mamanguape, compreendendo as suas finalidades, assim como sobre a qualidade das águas servidas.

A água é um dos recursos naturais mais explorados pela sociedade, tanto para o uso doméstico, como para o desenvolvimento das atividades econômicas: agricultura, indústria, produção de energia, entre outras. A mesma é um bem essencial não só para a vida humana, mas também, para a fauna e flora, contribuindo desta forma, para a manutenção do ecossistema (FIESP; DMA; ABAS, 2005 *apud* Kunze; Perazzoli; Salamoni, 2017). Sem a água, seria impossível a existência de vida na Terra (Brito, 2019).

O aumento das atividades econômicas, associadas ao crescimento populacional, têm demandado grandes quantidades de água dos mananciais. Dessa forma, o uso das águas subterrâneas tem se tornado alternativas viáveis para o suprimento do consumo humano, conforme ressaltam Bagatini; Bonzanini e Oliveira (2017),

a água subterrânea é um bem econômico e uma fonte necessária de abastecimento para o consumo humano, para comunidades que não possuem acesso à rede pública de abastecimento, ou até mesmo, para os que a possuem, mas com irregularidade no fornecimento (Bagatini; Bonzanini; Oliveira, 2017, p.85).

De acordo com Victorino (2007), o Brasil apresenta as maiores reservas de águas subterrâneas do mundo, com um volume de aproximadamente 111 trilhões e 661 milhões de metros cúbicos de água. Dentre os estados brasileiro que mais se destacam na utilização de águas subterrâneas para o abastecimento está São Paulo. Isso pode ser explicado pelo fato de parte do mesmo está localizado em uma das maiores reservas de águas subterrâneas do mundo: o aquífero Guarani, que se estende também pelos estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Goiás, além de Paraguai, Uruguai e Argentina (Victorino, 2007).

O contexto de longas estiagens no semiárido nordestino brasileiro levou ao crescimento do número de poços tubulares perfurados, a partir do Plano Nacional de Saneamento

(PLANASA), criado pelo Governo Federal, em 1969, com a finalidade de promover o saneamento no Brasil (Ribeiro, 2013). No entanto, no início do século XX, já se perfuravam poços, visando suprir a demanda por água (Silva; Albuquerque, 2019). Porém, foi a partir da instituição da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), juntamente com os estudos da hidrogeologia no Brasil que os locais de perfurações dos poços passaram a ser fiscalizados (BRASIL, 1998 *apud* Silva e Albuquerque, 2019).

No estado da Paraíba, o órgão responsável por conceder outorgas/licenças para perfurações de poços, bem como, autorização para utilizar as águas dos poços é a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESAs).

De acordo com o último censo demográfico do IBGE, a população do município de Mamanguape/PB consiste em 44.599 pessoas (IBGE, 2022). O reservatório que abastece a área urbana do citado município é o açude Jangada, localizado na bacia do rio Mamanguape, no litoral norte paraibano. As intensas precipitações caídas sobre o litoral paraibano, em meados de 2022, fizeram com que o açude Jangada ultrapassasse sua capacidade máxima. Dados de volumes dos açudes na Paraíba, informados pela AESA, no dia 22 de junho de 2022, mostraram que o açude Jangada, com capacidade máxima para 470.000 m<sup>3</sup> de água, atingiu 485.000 m<sup>3</sup>, ficando com 103,19% do volume total (AESAs, 2022). Entretanto, em épocas de estiagens, o mesmo reduz o seu volume de água, deixando o abastecimento hídrico da área urbana de modo irregular, onde alguns bairros chegam a ficar sem água nas torneiras por até três dias.

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa é analisar as condições hídricas das áreas servidas pelos poços em atividade, no município supracitado. De forma mais específica, buscou-se realizar um levantamento dos poços cadastrados na área da pesquisa; coletar dados sobre os poços cadastrados; realizar análises socioambientais da área de estudo; compreender as finalidades dos poços, bem como os processos relacionados às questões hídricas subterrânea da área foco.

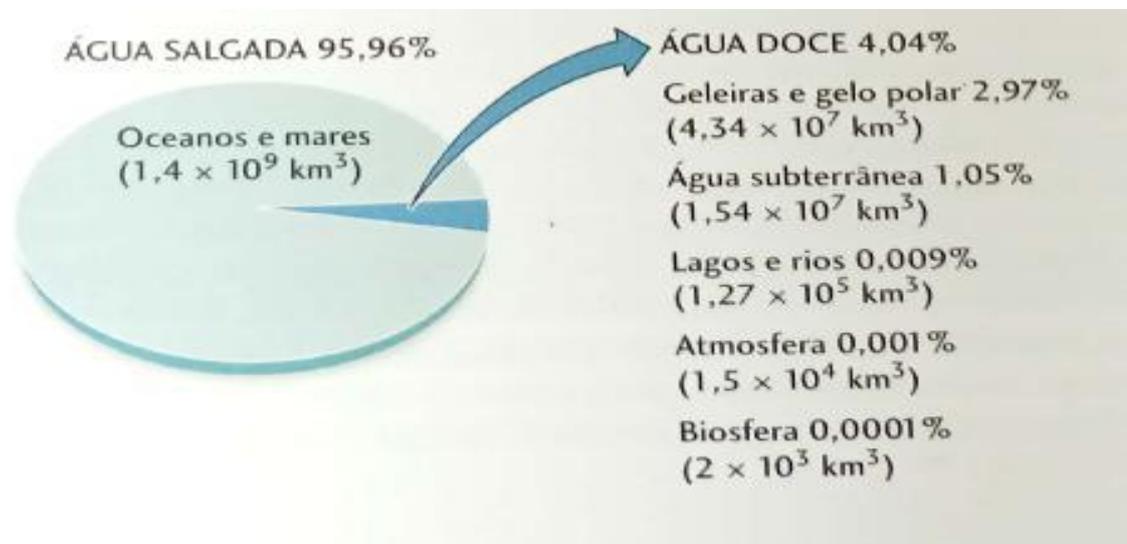
## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SEUS USOS NO PLANETA

A água é um recurso natural indispensável à todas as formas de vidas, principalmente para os seres humanos, que utilizam a água desde às atividades domésticas, agrícolas e econômicas. De acordo com Bacci e Pataca (2008), a água é de grande importância para a conservação da vida na Terra, bem como para a existência do ser humano e dos demais seres vivos. A mesma é essencial para a conservação e equilíbrio da biodiversidade. Assim, pode-se afirmar que a água é fonte de vida e sem ela não haveria a existência de vidas sobre a Terra.

Vale ressaltar que cerca de 70% da superfície terrestre é coberta por água e apenas 30% por massa continental. A água é distribuída na Terra na forma doce e ou salgada entre os reservatórios naturais: atmosfera, biosfera, águas superficiais (mares, oceanos, rios, lagos e geleiras) e nas águas subterrâneas formadas pelos aquíferos, conforme (Fig. 1).

**Figura: 1** Distribuição da água na Terra.

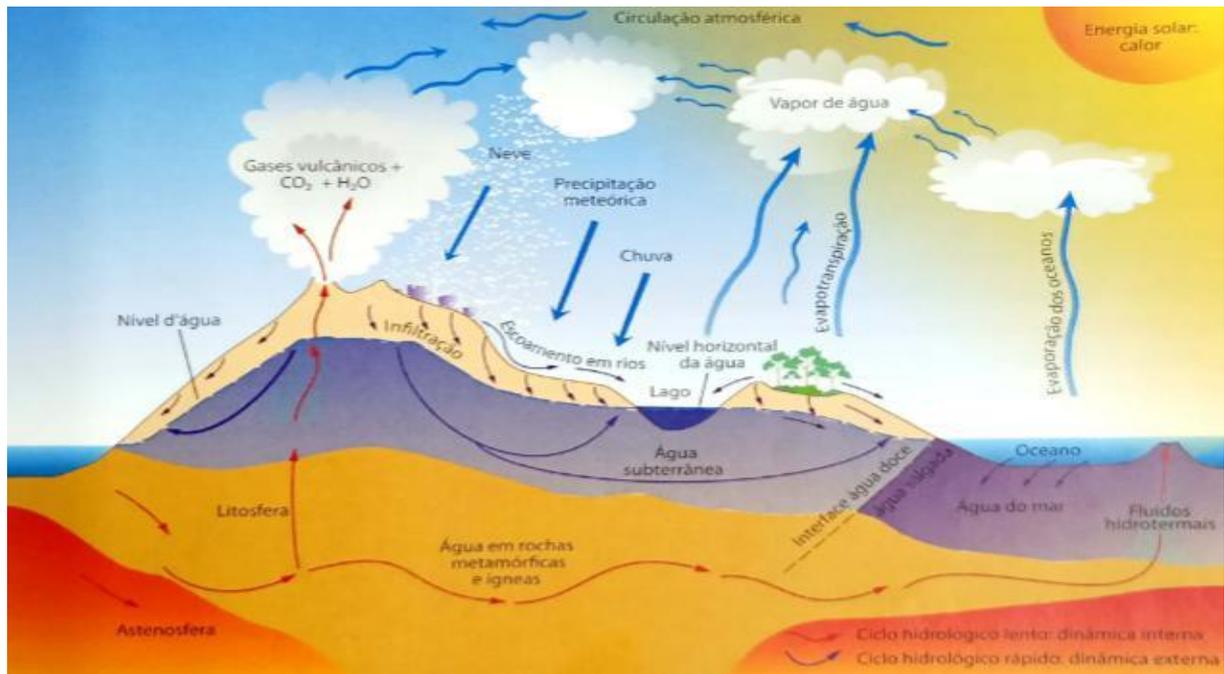


**Fonte:** Press, et al., 2006.

De acordo com Press *et al.* (2006), o total de água disponível mundialmente é de aproximadamente 1,4 bilhão de quilômetros cúbicos espalhado entre os reservatórios naturais. O ciclo hidrológico ou o movimento cíclico da água é o responsável pela manutenção da água no sistema. Dessa forma, a temperatura do sol é muito importante para o processo de evaporação das águas superficiais (oceanos, rios, lagos, dentre outros), bem como para o processo de transpiração das plantas. Assim, as águas sobem para atmosfera na forma de vapor

de água; em seguida, as nuvens cheias de vapor de água precipitam, podendo ser em forma de neve, água ou granizo; essa precipitação ao cair no solo, uma parte infiltra no subsolo recarregando os aquíferos, e a outra parte escoam superficialmente, abastecendo os corpos hídricos superficiais, e como é um ciclo, o processo se repete (Fig. 2).

**Figura 2:** Representação do ciclo hidrológico.



Fonte: Karmann, 2009.

A infiltração é uma das etapas mais importante do ciclo hidrológico, pois é o processo no qual ocorre a recarga dos lençóis freáticos e ou das águas subterrâneas. Conforme a ABAS (2022), a “água subterrânea é toda água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas”.

Para Wicander e Monroe (2016, p. 290), “a água subterrânea é um reservatório no ciclo hidrológico, representando aproximadamente 22% do suprimento mundial de água doce”. De acordo com Press. *et al.* (2006, p. 320), “a água subterrânea forma-se quando as gotas de chuva se infiltram no solo e em outros materiais superficiais não-consolidados, penetrando até mesmo em rachaduras e fendas do substrato rochoso”. Karmann (2009, p.191) afirma que “toda água que ocupa vazios em formações rochosas ou no regolito é classificada como água subterrânea. Freeze e Cherry (2017, p. 2), definem água subterrânea como “água subsuperficial que se encontra abaixo do nível freático em solos e formações geológicas saturadas”.

Segundo Karmann (2009), a quantidade e a velocidade de infiltração da água no subsolo dependem de alguns fatores, entre eles:

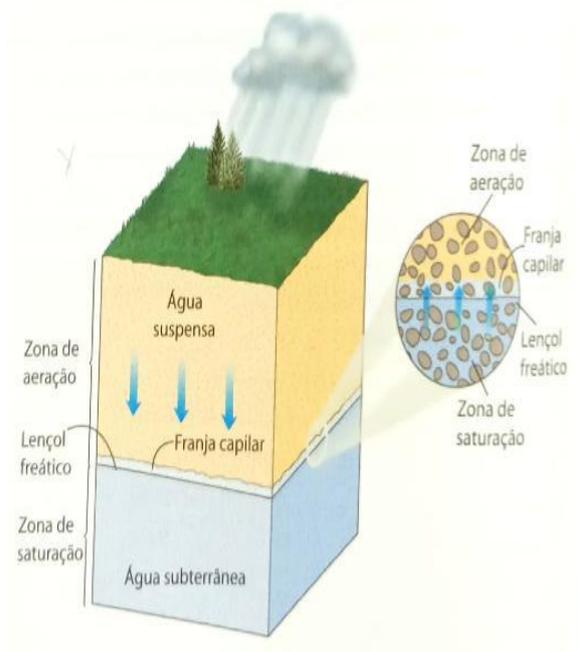
- **O tipo e condição dos materiais terrestres:** a infiltração é mais suscetível em solos com materiais porosos e permeáveis, a exemplos dos solos com sedimentos arenosos, pois a água ocupará, justamente, os espaços vazios das rochas porosas. Enquanto, em materiais argilosos e em rochas cristalinas o processo de infiltração é dificultado, devido não haver espaços vazios para armazenamento da água, ou seja, são solos mais impermeáveis.
- **Cobertura vegetal:** em espaços com vegetações, o processo de infiltração é favorável, devido as raízes abrirem caminhos para a água adentrar no solo.
- **Topografia:** áreas com declividades facilitam o escoamento superficial e dificultam o processo de infiltração.
- **Precipitação:** as chuvas distribuídas ao longo do ano favorecem as recargas dos lençóis freáticos, isso porque nessas circunstâncias, os lençóis freáticos recebem recargas durante todo o ano. Já as chuvas torrenciais que precipitam em um curto intervalo de tempo favorecem mais o escoamento superficial em detrimento da infiltração, pois o volume de água é maior e em grande velocidade, não sendo possível o solo absorver todas as águas precipitadas.
- **Ocupação do solo:** a urbanização acelerada tem facilitado o processo de escoamento superficial e dificultado a recarga dos aquíferos, pois além de favorecer ao desmatamento da vegetação para ocupações e construções, as pavimentações das ruas impedem que a água infiltre no solo favorecendo o escoamento superficial e diminuindo a recarga dos lençóis freáticos.

Desse modo, compreende-se que todos esses fatores são importantes para o processo de infiltração de água no subsolo. Além do mais, a porosidade juntamente com a permeabilidade facilitam a movimentação da água nos espaços das rochas. A porosidade está relacionada a quantidade de poros existentes em uma rocha que, normalmente, consiste em espaços vazios entre as mesmas que contém tanto ar como água. No entanto, há outras formas de porosidade como: as rachaduras, falhas, fraturas, entre outras (Wicander; Monroe, 2016).

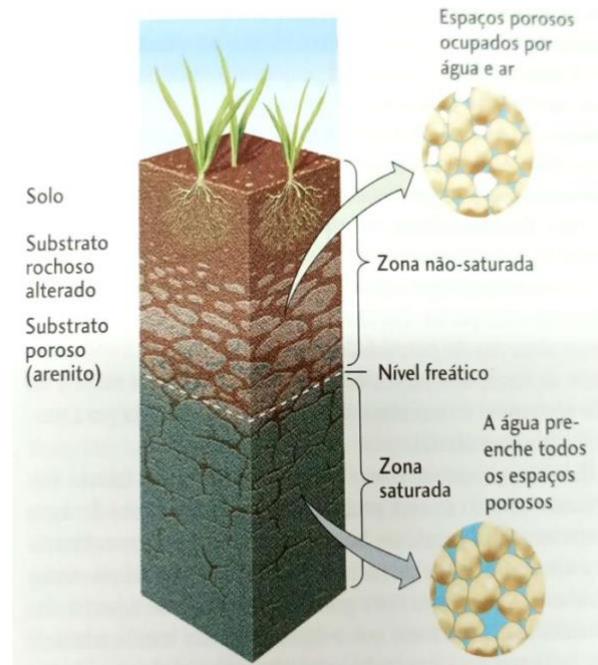
Já a permeabilidade está relacionada a facilidade com que a água atravessará os poros. Assim, quanto maior a porosidade nas rochas (espaços vazios), maior será a permeabilidade,

ou seja, a capacidade da água adentrar nas rochas, claro, dependendo também do tamanho e forma dos poros (Press. *et al.*, 2006), (Fig. 3 e 4).

**Figura 3:** Zona de aeração e zona de saturação. **Figura 4:** Zona de aeração e zona de saturação.



**Fonte:** Wicander e Monroe, 2016.



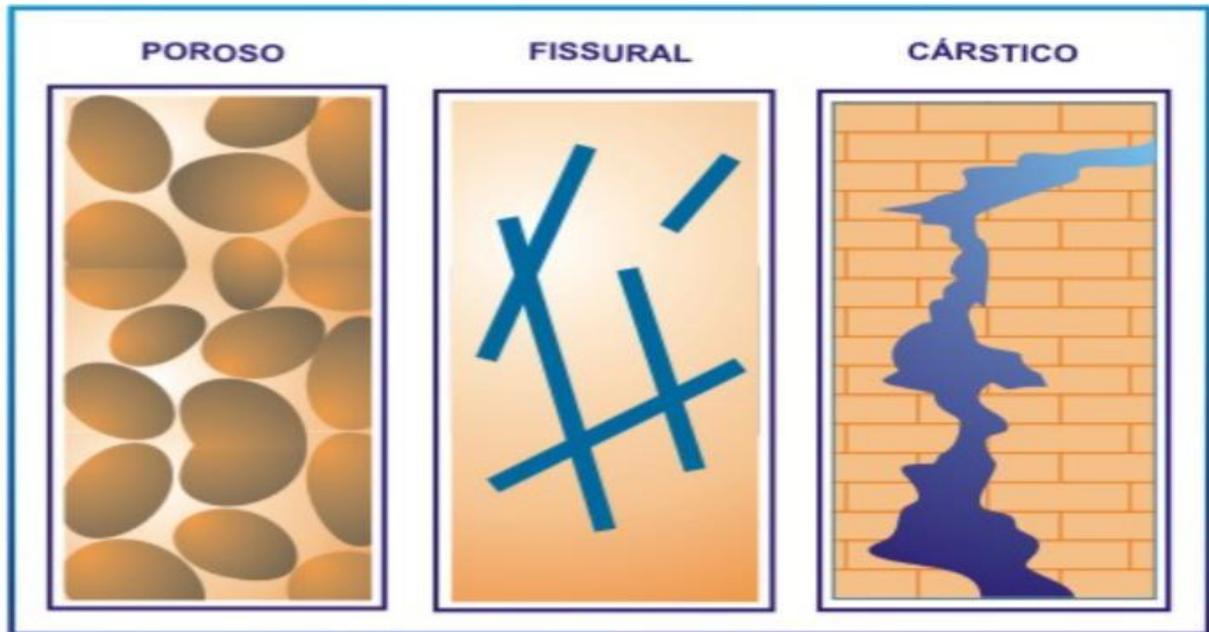
**Fonte:** Press, *et al.*, 2006.

As figuras 3 e 4 mostram o comportamento da água no subsolo, na qual a zona de aeração ou zona não-saturada é composta por espaços vazios contendo, em maior parte, ar e água, enquanto na zona de saturação ou zona saturada os espaços vazios com ar são preenchidos, totalmente, por água. Já o espaço que limita a zona de aeração com a zona de saturação é chamado de lençol freático ou nível freático.

### 2.1.1 TIPOS DE AQUÍFEROS

De acordo com a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, os aquíferos podem ser definidos como formações geológicas formadas por rochas permeáveis, nas quais armazenam as águas em seus poros, e com relação a sua porosidade podem ser classificados em três tipos: poroso, fraturado ou fissural e cárstico, conforme (Fig. 5).

**Figura 5:** Tipos de aquíferos quanto a porosidade.

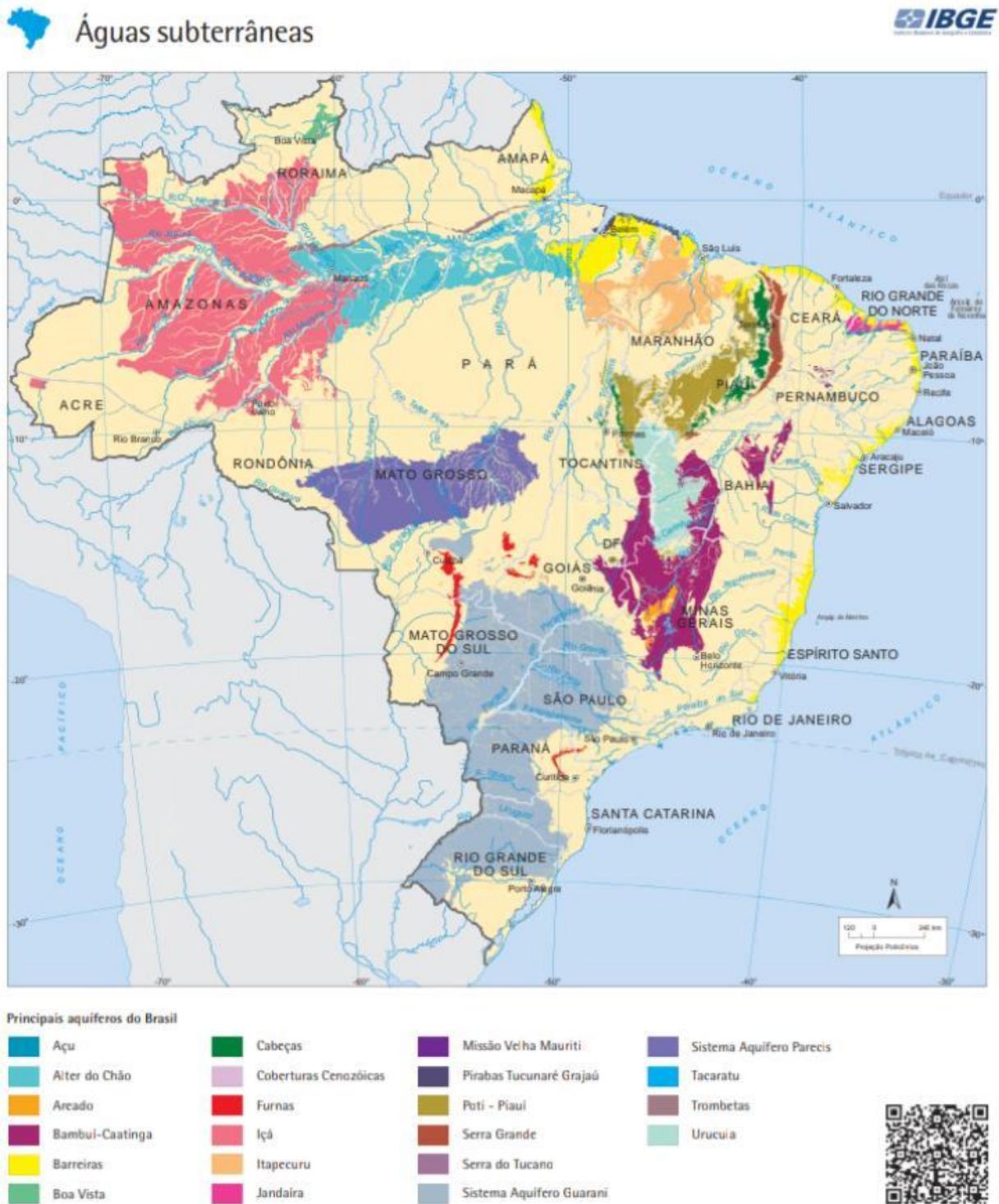


**Fonte:** Associação Brasileira de Águas Subterrâneas.

- O **aquífero poroso**: é constituído por rochas sedimentares consolidadas e por solos arenosos. A circulação da água neste aquífero ocorre por meio dos poros. O mesmo tem capacidade para armazenar grandes volumes de águas e se encontra em bacias sedimentares.
- O **aquífero fraturado ou fissural**: é constituído por rochas ígneas e metamórficas. A circulação da água neste aquífero ocorre por meio das fraturas e falhas formadas pela movimentação das placas tectônicas. A quantidade de água armazenada vai depender das quantidades de fraturas nas rochas.
- O **aquífero cárstico**: é constituído por rochas calcárias ou carbonáticas. A circulação da água neste aquífero ocorre nas fraturas e nas descontinuidades das rochas. Dependendo do tamanho das fraturas podem formar rios subterrâneos.

O Brasil possui vários aquíferos, conforme (Fig. 6), entretanto os que mais se destacam são os aquíferos Guarani e Alter do Chão, por serem considerados os maiores aquíferos do mundo.

**Figura 6:** Mapa dos principais aquíferos do Brasil.



Fonte: IBGE.

No Brasil, o Sistema Aquífero Guarani (SAG), está localizado na bacia Paraná abrangendo parte dos estados de Mato grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, com uma extensão de 839.800 km<sup>2</sup>, o mesmo estende-se pelos países da Argentina com 225.500 km<sup>2</sup>, Paraguai com 71.700 km<sup>2</sup> e Uruguai com 58.500

km<sup>2</sup>. O SAG, é um reservatório de águas subterrâneas fronteiriços, e devido a suas águas serem doces podem ser utilizadas para as diversas finalidades de consumo (Rebolças; Amore, 2002).

Já o Aquífero Alter do Chão está localizado na bacia Amazônica, ao norte do Brasil, e abrange parte dos estados do Amazonas e do Pará. O mesmo possui uma área de aproximadamente 500.000 km<sup>2</sup> (Melo Júnior; Mourão, 2012).

## 2.2. A ÁGUA E AS QUESTÕES SOCIOAMBIENTAIS

Segundo Bagatini, Bonzanini e Oliveira (2017), a medida em que a humanidade foi desenvolvendo suas técnicas, os problemas ambientais também foram surgindo, e a água passou a ser o recurso natural mais explorado em decorrência do crescimento populacional, resultando no aumento do consumo da mesma, bem como na sua poluição. Ainda de acordo com a visão das autoras supracitadas, vários fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea, entre eles, as condições socioambientais da mesma (Bagatini; Bonzanini; Oliveira, 2017).

De acordo com Medeiros, Farto e Athayde Junior (2021), a qualidade das águas subterrâneas variam de acordo com as influências externas em suas características, originadas pelas ações antrópicas. Vieira (2019), enfatiza que as águas subterrâneas são encontradas na natureza em pequenas e em grandes profundidades. Quando localizadas em pequenas profundidades as mesmas são chamadas de águas freáticas, e quando localizadas em grandes profundidades, as águas subterrâneas são chamadas de artesianas. O mesmo autor ressalta ainda que, as águas freáticas são mais suscetíveis a contaminações por bactérias, substâncias químicas, ações humanas, entre outros, por estarem mais próximas da superfície terrestre. Enquanto as águas artesianas por estarem confinadas em maiores profundidades, apresentam uma melhor qualidade, dispensando maiores tratamentos.

Moreira e Pomini (2017) *apud* Moreira, Kopp e Nardocc (2021), consideram que apesar do acesso à água tratada, na atualidade, parte da sociedade prefere aderir aos poços subterrâneos, objetivando a redução de gastos e a fatura de água. Na visão de Hirata, Lima e Hirata (2009), as famílias abastardas usam as águas subterrâneas como uma opção mais rentável, financeiramente, considerando as taxas cobradas pelas companhias de distribuição hídrica, em detrimento das famílias mais humildes que, na maioria das vezes, utilizam a água subterrânea por falta de redes de abastecimentos hídricos, restando como única opção as

captações de águas de poços, na qual, muitas das vezes, não são potáveis, em decorrência da má condição socioambiental dos mesmos.

Hirata, Lima e Hirata (2009, p. 459), também enfatizam que “o problema de contaminação das águas subterrâneas está associado às atividades em superfície que lançam substâncias que degradam as águas subterrâneas ou mesmo a má construção de captações subterrâneas, que permitem o ingresso de contaminantes no poço.”

A seguir, as causas dos principais problemas de qualidade da água subterrânea nas visões de Hirata, Lima e Hirata (2009), (Quadro 1).

**Quadro 1:** Origem dos principais problemas de qualidade da água subterrânea.

<b>TIPO DE PROBLEMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>CONTAMINANTES</b>
Poluição do aquífero	Proteção inadequada de aquíferos vulneráveis contra descargas antropogênicas e lixiviados de atividades urbanas/ industriais e intensificação do cultivo agrícola.	Patogênicos, nitrato, amônio, cloreto, sulfato, boro, arsênico, metais pesados, carbonos, carbono orgânico dissolvido, hidrocarbonetos aromáticos e halogenados, determinados pesticidas.
Contaminação de poços	Planejamento/ construção inadequada de poço, permitindo o ingresso direto de água superficial poluída ou água subterrânea rasa.	Principalmente patógenos.
Intrusão salina	Água subterrânea salina (e algumas vezes contaminadas) induzida a fluir no aquífero de água doce como resultado de extração excessiva.	Principalmente cloreto de sódio, mas também pode incluir contaminantes antropogênicos.
Contaminação natural	Relacionada à evolução química de água subterrânea e solução de minerais (pode ser agravada por contaminação antropogênica e / ou extração excessiva).	Principalmente ferro solúvel e fluoreto, por vezes sulfato de magnésio, arsênico, manganês, selênio e outras espécies inorgânicas.

**Fonte:** Hirata; Lima e Hirata, 2009.

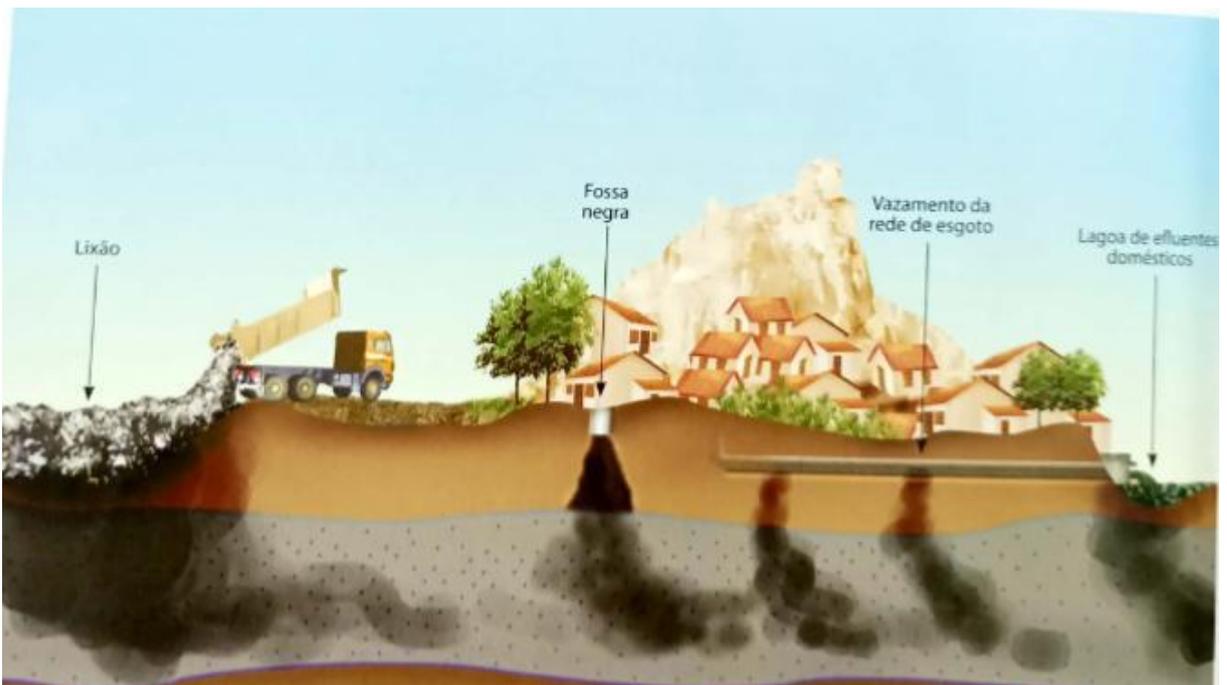
Segundo Zoby (2008), o aumento da utilização das águas subterrâneas no Brasil, por meio de poços construídos sem os critérios adequados, pode trazer riscos à qualidade das águas subterrâneas, na medida em que os poços são construídos próximos de fossas, postos de gasolina, lixões e a não desinfecção do poço após a construção também pode contaminar a água, dentre outros fatores (Fig. 7 e 8).

**Figura 7:** Contaminação do lençol freático por posto de gasolina.



Fonte: Hirata, Lima e Hirata, 2009.

**Figura 8:** Contaminação do lençol freático por resíduos urbanos.



Fonte: Hirata, Lima e Hirata, 2009.

Nas figuras 7 e 8, é possível perceber o quanto as ações humanas têm contribuído para a poluição dos aquíferos, através de vazamentos de combustíveis, redes de esgotos, fossas, lixões, agrotóxicos, entre outros, lançados no meio ambiente. Hirata, Lima e Hirata (2009), corroboram que as práticas e os hábitos da sociedade contemporânea vêm impactando bastante o meio ambiente, bem como, degradando o solo e o subsolo, e conseqüentemente as águas subterrâneas.

Tratando-se das estruturas dos poços, Vasconcelos (2014), define poço como um sistema vertical, desenvolvido pelo ser humano, em subsuperfície, no qual é utilizado para captação e armazenamento de águas subterrâneas, por meio naturais ou artificiais. O autor supracitado enfatiza ainda que os poços podem ser divididos em dois grupos: escavados e tubulares, que dependendo do modo de construção e revestimento e das pressões hidráulicas exercidas sobre os poços, estes ainda podem ser subdivididos: os poços escavados subdividem-se em cacimba, cacimbão e amazonas. Já os poços tubulares podem ser divididos em freáticos e artesianos. Este último subdivide-se em jorrante e não jorrante.

No Brasil, há órgãos que são responsáveis pela fiscalização dos recursos hídricos, dentre eles podemos citar ABAS, SIAGAS e AESA, assim como existem leis que definem os parâmetros de qualidade/potabilidade da água a serem utilizadas para o consumo humano. A ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas), é a maior defensora de poços no Brasil. Fundada desde 1978, a ABAS investe desde os setores técnicos e produtivos até os acadêmicos que estão relacionados as águas subterrâneas brasileiras. O volume de água subterrânea disponível na Terra é 67,2 vezes maior que todas as águas potáveis superficiais do planeta (ABAS, 2022). A ABAS (2022), ainda estabelece que o acesso a água tem que estar acima dos interesses econômicos. Além de que, a utilização de águas de poços, devidamente, licenciados pelos órgãos competentes, considerando o meio ambiente, é evidência de independência hídrica.

O Sistema de Informações de Águas subterrâneas (SIAGAS), foi desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), e é formado por uma base de dados de poços atualizada, e de módulos capazes de realizar consultas, pesquisas e geração de relatórios (SIAGAS, 2022). De acordo com a última atualização do SIAGAS, realizada em 31/07/2023, o número de poços e fontes naturais cadastrados no Brasil é de 365. 389.

Na Paraíba, o órgão responsável pelos Comitês de Bacias Hidrográficas da Paraíba, assim como por fiscalizar, emitir licenças e outorgas dos recursos hídricos do Estado é a Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA).

Dentre as leis brasileiras que discorrem sobre a política da água no Brasil, há a Lei n° 9 433, de 8 de janeiro de 1997 (que dispõe sobre a Política Nacional dos Recursos hídricos do Brasil), a mesma estabelece em seu artigo primeiro, nos incisos I, II, e III que a água é um bem de domínio público; é um recurso natural limitado de valor econômico, e quando em períodos de escassez, a prioridade dos recursos hídricos é para o consumo humano e para a dessedentação de animais (BRASIL, 1997).

De acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), Lei n° 357 de 17 de março de 2005, estabelece e define os níveis de sais na água em seu artigo 2°, no qual o inciso I estabelece que águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 % são consideradas águas doces. No inciso II, estabelece que águas com salinidade superior a 0,05 e inferior a 30% são consideradas águas salobras. O inciso III estabelece que águas com salinidade igual ou superior a 30% são consideradas águas salinas (BRASIL, 2005), esta última sendo imprópria para o consumo humano.

A Portaria do Ministério da Saúde Lei n° 2 914, de 12 de dezembro de 2011 dispõe sobre os parâmetros de qualidade da água para consumo humano, no qual no artigo 1° reafirma que a Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água, bem como o seu padrão de potabilidade para o consumo humano. No artigo 2° reafirma que a Portaria se aplica a água destinada ao consumo humano proveniente de sistemas alternativos de abastecimento de água. O artigo 3° estabelece que toda água destinada ao consumo humano, distribuída por meio de sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. O artigo 4 corrobora com o artigo 3°, ao afirmar que toda água destinada ao consumo humano por meio de solução alternativa está sujeita à vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2011).

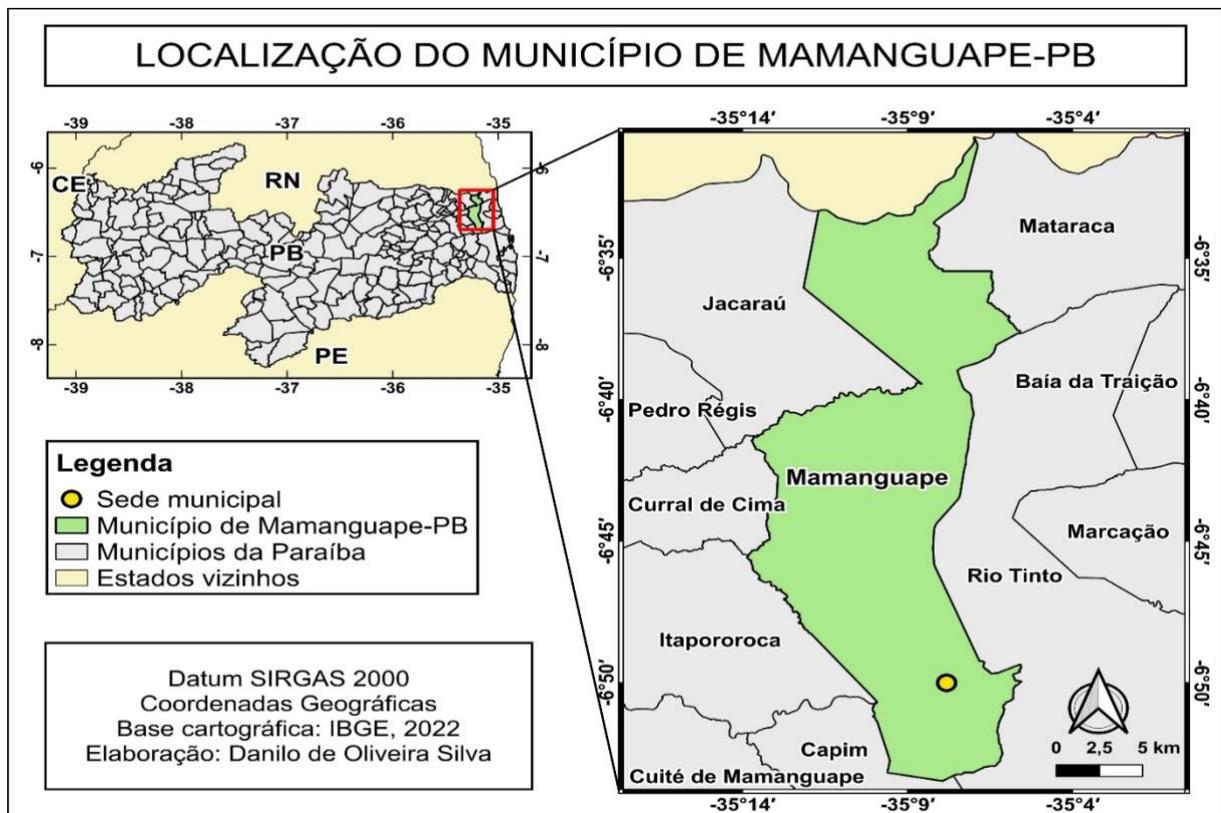
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS (ASPECTOS METODOLÓGICOS)

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Mamanguape está localizado no estado da Paraíba a  $6^{\circ}50'19''$  de latitude sul e a  $35^{\circ}8'11''$  de longitude oeste (CIDADE- BRASIL, 2023). Mamanguape limita-se com os respectivos municípios: a nordeste com Mataraca; a leste com Rio Tinto; a sudoeste com Capim; a oeste com Itapororoca e Curral de Cima; a noroeste com Jacaraú e ao norte com o estado do Rio Grande do Norte.

Segundo dados do IBGE (2022), o presente município faz parte da região intermediária de João Pessoa, da região imediata de Mamanguape – Rio Tinto, da Mesorregião da mata paraibana e da microrregião do Litoral Norte. De acordo com o censo do IBGE (2022), Mamanguape possui uma área territorial de 337, 434 Km<sup>2</sup> e a sua população corresponde a 44 599 pessoas, com uma densidade demográfica de 132,17 habitantes por quilômetros quadrados. A seguir, o mapa de localização do município, local de interesse desta pesquisa (Fig. 9).

**Figura 9:** Mapa de Localização do município de Mamanguape - PB.



Fonte: Elaborado por Danilo de Oliveira Silva, 2023.

### 3.2 ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

Segundo Lima (2013), a Paraíba possui as seguintes bacias hidrográficas: rio Piranhas, rio Camaratuba, rio Paraíba, rio Mamanguape, rio Miriri, rio Gramame, dentre outras. A maior parte do município de Mamanguape está localizado sobre a bacia hidrográfica do rio Mamanguape, inclusive esse contexto acabou contribuindo para o nome do município, enquanto uma pequena parte está localizada sobre a bacia hidrográfica do rio Camaratuba. Dentre os principais corpos hídricos que drenam o presente município está o rio Camaratuba, rio Pitanga e o rio Mamanguape, que acumula muito volume de água durante os períodos de chuvas, conforme (Fig. 10), mas nos períodos de estiagens ficam apenas pequenas poças d'água e enormes bancos de areia no leito do rio. Dessa forma, compreende-se que até o município de Mamanguape, o rio Mamanguape é intermitente, só a partir do município de Rio Tinto que o mesmo se torna perene desaguando no mar.

**Figura 10:** Volume do Rio Mamanguape em épocas de chuvas.



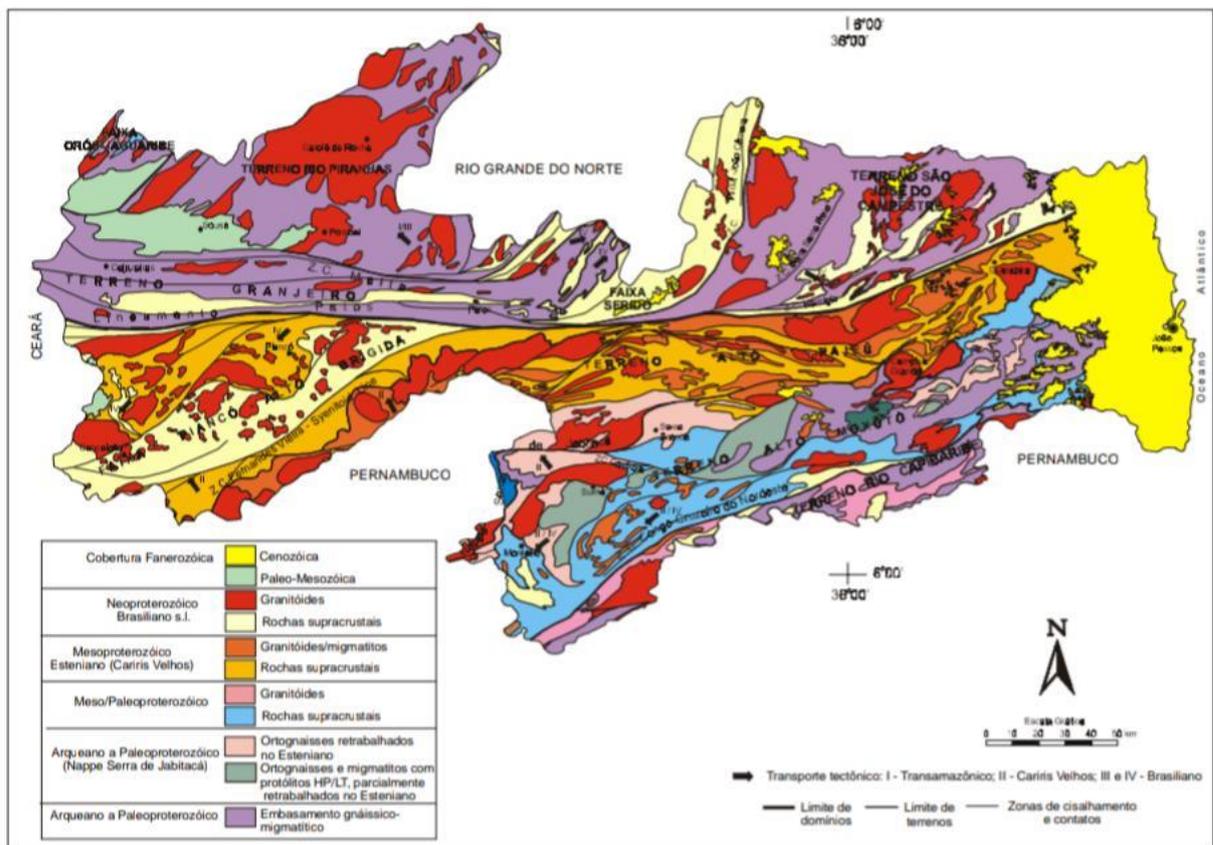
**Fonte:** Arquivo pessoal da autora, 2022.

De acordo com Lima (2013), a vegetação do município de Mamanguape é composta pela mata latifoliada perenifólia costeira (Mata Atlântica), e pelo cerrado. Já em relação ao

clima, o município possui o clima do tipo tropical chuvoso, onde a precipitação tem média anual de 1 634 2 milímetros, Mascarenhas, *et al.* (2005).

Antes de conhecer a geologia da área da pesquisa faz-se necessário compreender um pouco sobre a geologia do estado da Paraíba. De acordo com Santos, Ferreira e Silva Júnior (2002), o subsolo do estado da Paraíba é constituído por rochas precambrianas, das quais ocupam a maioria do território paraibano, um pouco mais de 80 %, sendo constituído também por bacias sedimentares, rochas vulcânicas cretáceas, coberturas plataformas paleógenas e pelas formações superficiais quaternárias, (Fig. 11).

**Figura 11:** O mapa geológico do estado da Paraíba

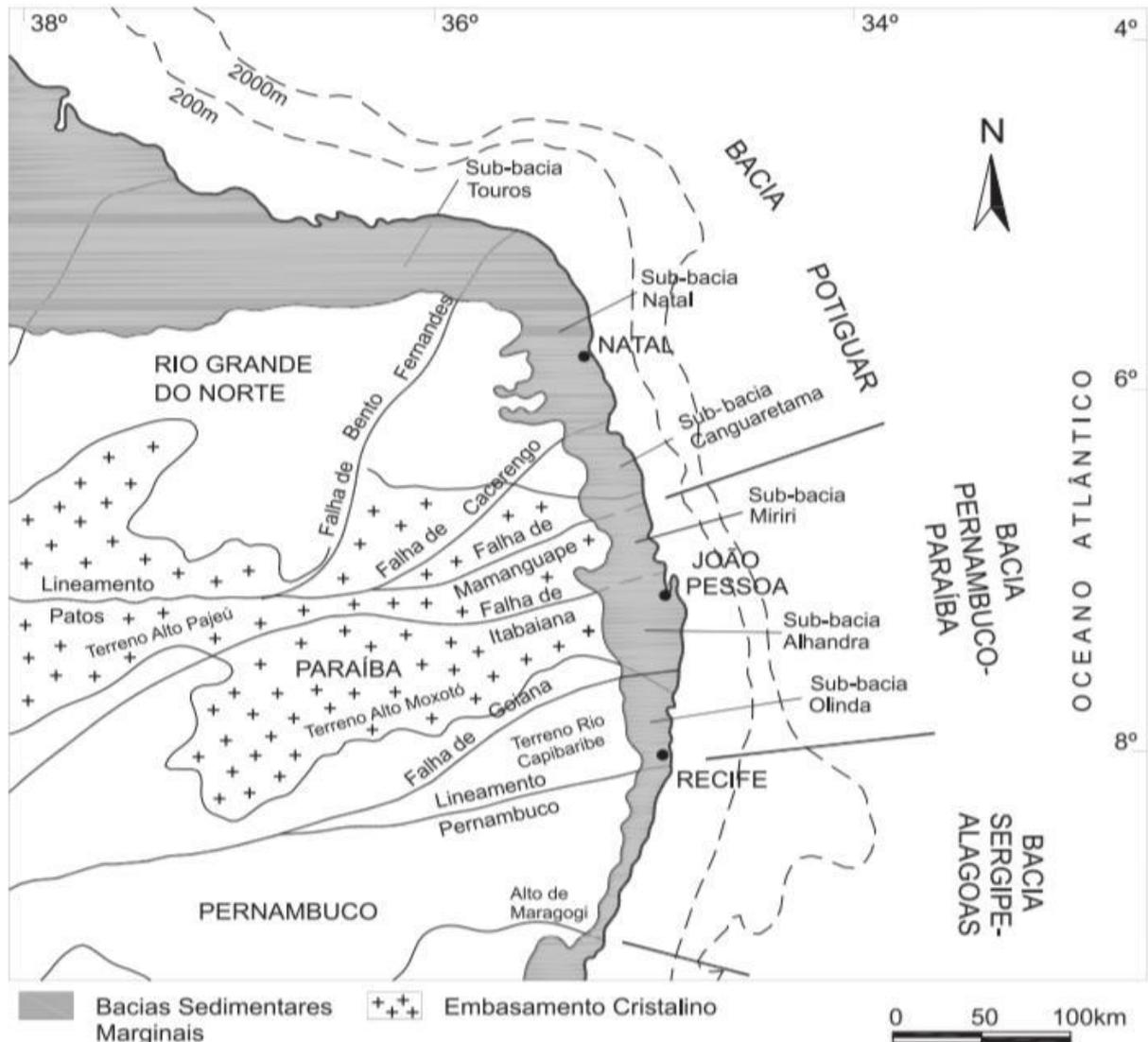


**Fonte:** Santos, Ferreira e Silva Júnior, 2002.

Faz-se necessário falar também sobre a formação Barreiras, visto que o objeto de estudo da pesquisa está localizado nas áreas de influências da mesma. Dessa forma, pode-se conceituar a formação Barreiras como sendo uma unidade litoestratigráfica continental, formada no mioceno, e estende-se pela costa litorânea do Brasil, mais precisamente do Rio de Janeiro ao Amapá, tendo sua morfologia constituída por tabuleiros costeiros (West; Mello, 2020).

A formação Barreiras no estado da Paraíba está localizada na Bacia Pernambuco - Paraíba. Os sedimentos da mesma surgiram a partir das ações do intemperismo sobre o embasamento cristalino, que é composto por rochas cristalinas provenientes do Planalto da Borborema (Furrier; Araújo; Meneses, 2006) (Fig. 12).

**Figura 12:** Bacia Pernambuco-Paraíba.

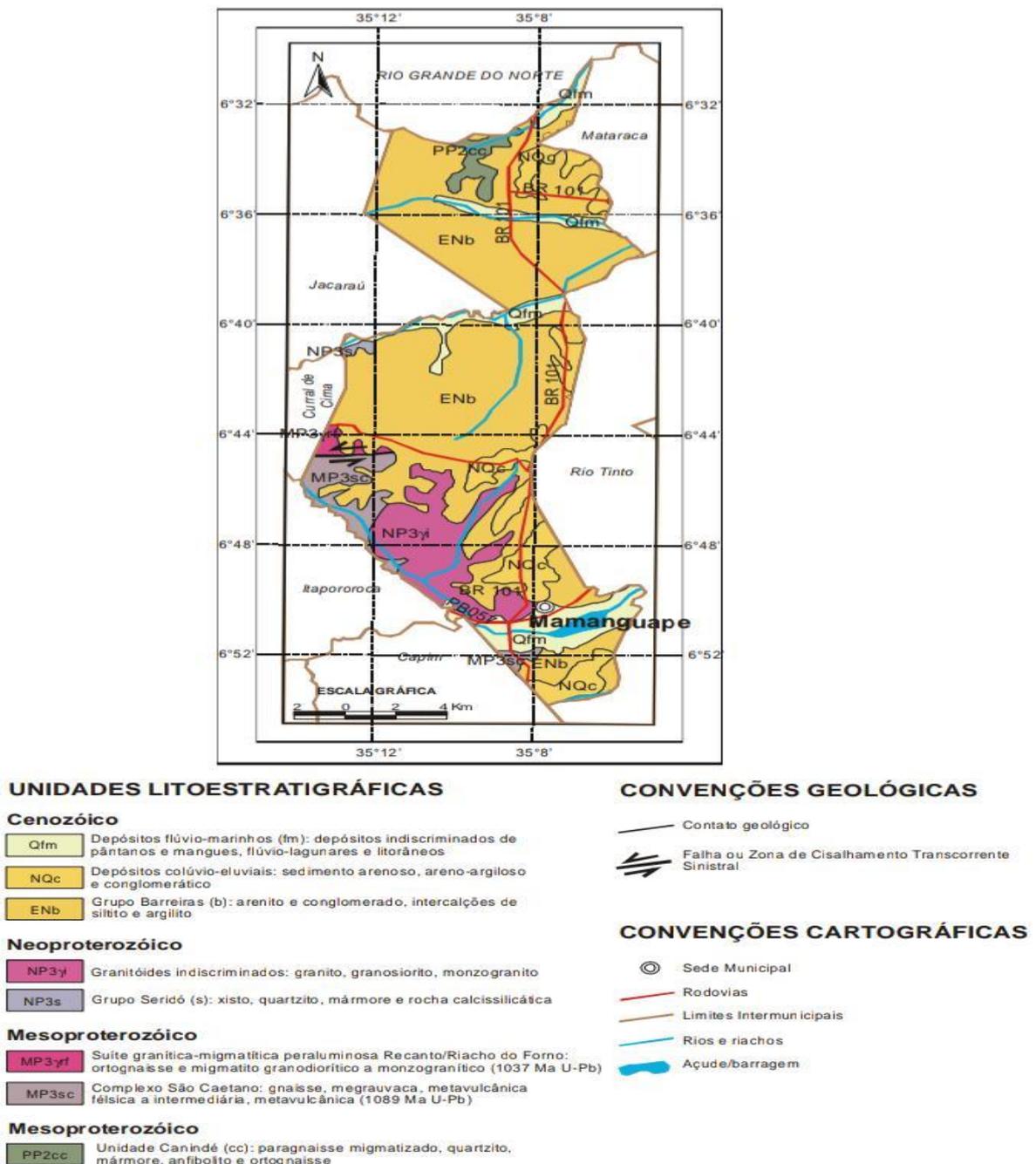


**Fonte:** Furrier, Araújo, Meneses, 2006.

Na figura 12, é possível ver a Bacia Pernambuco-Paraíba, além da Bacia Potiguar ao norte, e a Bacia Sergipe-Alagoas ao Sul. A Bacia Pernambuco-Paraíba compreende três sub-bacias das quais fazem parte a Miriri, a Alhandra e a Olinda. Essas sub-bacias estão localizadas no sistema de Formação Barreiras que é formada por tabuleiros costeiros e possui estratigrafia de rochas porosas sedimentares.

Com relação a estratigrafia do município de Mamanguape-PB, a maioria são formadas no cenozóico, sendo constituído por depósitos flúvio-marinho (mangues, pântanos, flúvios lagunes e litorâneos); por depósitos colúvios – eluviais (sedimentos arenosos, arenoso-argiloso e conglomerático); e pelo grupo Barreiras (arenito e conglomerado com siltito e argilito), (Mascarenhas, et al., 2005), conforme a (Fig. 13).

**Figura 13:** Mapa geológico do município de Mamanguape-PB



Fonte: Mascarenhas et al., 2005.

No que diz respeito a unidade geoambiental da qual está inserido o município estudado, o mesmo apresenta solos do tipo latossolos e podzólicos nos topos das chapadas, podzólicos plínticos nas pequenas depressões dos tabuleiros e gleissolos e solos aluviais nas várzeas (Mascarenhas et al., 2005).

### 3.3 METODOLOGIA UTILIZADA (MÉTODO DE TRABALHO)

No presente trabalho serão abordados os aspectos metodológicos da pesquisa, descrevendo-se os procedimentos necessários e úteis para a análise e compreensão das condições socioambientais das áreas servidas pelos poços no município em questão, bem como as características das áreas de captação.

Este estudo tem por finalidade realizar uma pesquisa de natureza básica, onde para alcançar os objetivos propostos e uma melhor apreciação deste trabalho, foi utilizado uma pesquisa quali-quantitativa.

Com o intuito de conhecer a problemática sobre a área de estudo da pesquisa, a metodologia foi organizada em quatro partes. Inicialmente, foi feita pesquisas bibliográficas, na qual foi realizado levantamentos bibliográficos em artigos e sites oficiais de órgãos, que tratassem da temática em questão e que pudessem contribuir com a coleta de dados.

Foi realizado uma consulta no site do SIAGAS (Sistemas de Informações de Águas Subterrâneas), no qual foi extraído os dados disponíveis sobre os poços cadastrados no município, bem como suas respectivas localizações, coordenadas em UTM, e entre outros dados, que subsidiaram os trabalhos de campo. Desta forma, foi organizado e montado um banco de dados com 52 poços previamente existentes na área da pesquisa.

Para a pesquisa de campo foram elaborados dois questionários, sendo que um destes (utilizado com moradores da área foco), conforme apêndice A, foi desenvolvido com auxílio do professor orientador e o mesmo subsidiou nas entrevistas que foram realizadas com moradores servidos pelos poços nas áreas da pesquisa, bem como, o outro questionário (desenvolvido pela autora), conforme anexo B, foi utilizado na entrevista com o coordenador de poços perfurados do município de Mamanguape, o senhor Paulo Aguiar, lotado na Secretaria de Recursos Hídricos do respectivo município.

E por fim, foi realizado um trabalho de campo no município de Mamanguape-PB, no qual foi necessário o auxílio de um aparelho GPS, onde foi feito a inserção das coordenadas dos poços em UTM no mesmo, para localização dos poços cadastrados. A pesquisa de campo

teve início em 20/05/2023 e foi concluída em 17/06/2023. Foram realizadas 8 visitas técnicas ao campo para realizar todas as coletas de dados e análises socioambientais sobre todos os poços investigados, bem como para realizar as entrevistas com os responsáveis pelos poços ou com moradores servidos por esses poços. Na entrevista foi utilizado um questionário com 20 pontos de análises socioambientais sobre os poços, que consistia em compreender a finalidade dos poços, saber se os mesmos são licenciados, se águas passam por monitoramento/tratamento, entre outros detalhes. Foi utilizado, ainda, um aparelho celular para registrar imagens dos poços e de toda a área geográfica na qual se encontra o foco da pesquisa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. ALGUMAS DIFICULDADES ENCONTRADAS DURANTE A PESQUISA DE CAMPO

A presente pesquisa, desde o início, apresentava indícios de que não seria tão simples de realizá-la, pois ao analisar o site do SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas), a fim de colher informações que pudessem subsidiar na pesquisa para montar um banco de dados com os poços cadastrados no município, verificou-se que havia o registro de 52 poços, em Mamanguape, cadastrados na base de dados do mesmo, porém com pouquíssimos dados, ou dados incompletos, o que poderia dificultar a localização de tais poços. Alguns poços também não apresentavam os nomes das suas áreas de localizações, apenas as coordenadas, a exemplo dos poços P38, P39, P40, P41 e P42.

O banco de dados sobre os poços da área de pesquisa foi elaborado a partir do SIAGAS e organizado em uma tabela, numa ordem de 1 a 52 poços, na qual cada número corresponde a um poço. O banco de dados contém os principais dados dos respectivos poços, bem como a localização, as coordenadas UTM, coordenadas geográficas (latitude e a longitude), a situação de alguns poços, a profundidade final, o perfurador de alguns poços, e a formação geológica e o tipo da litologia de apenas dois poços.

Um outro ponto a destacar está na divergência dos nomes das áreas de localizações de alguns poços registrados no banco de dados do SIAGAS. Ao ir a campo, para as análises socioambientais dos mesmos, constatou-se que alguns poços possuíam localizações diferentes das apresentadas no SIAGAS. A saber dos poços P1e P25, que de acordo com o banco de dados, encontram-se com os nomes: Curral de Cima e Capim, mas as coordenadas de ambos nos levaram a comunidade de Caiana. O poço P33 situado em Alto Zabelê, foi localizado na rua da Bela vista na zona urbana de Mamanguape. O poço P35, com a localização na Polícia Rodoviária Federal foi localizado na área de Pepina, dentro da área investigada.

Vale salientar que no banco de dados do SIAGAS constam 52 poços cadastrados no município de Mamanguape, porém, durante a pesquisa de campo foram encontrados na área da pesquisa mais 14 poços, dos quais encontram-se ativos.

Para subsidiar a pesquisa de campo foi elaborado dois questionários. O questionário utilizado nas entrevistas, durante a pesquisa de campo, contém 20 questões sobre as análises

socioambientais das áreas de poços servidos às comunidades e o mesmo está organizado da seguinte forma:

A primeira pergunta do questionário consiste em analisar os dados dos entrevistados, bem como o local da entrevista, o nome do entrevistado, a renda familiar do mesmo, assim como grau de escolaridade, a data da entrevista, a idade do entrevistado, o gênero e se o poço está localizado na área rural ou urbana.

A segunda pergunta consiste em saber se o poço ainda se encontra em atividade. A terceira pergunta busca classificar se o poço é do tipo amazonas ou tubular. A quarta pergunta tem o objetivo de investigar o quantitativo de pessoas atendidas pelos poços. A quinta pergunta consiste em saber a forma de armazenamento da água do poço. A sexta pergunta indaga como o responsável higieniza os reservatórios de água, ou seja, somente com água, água e detergente, água, detergente e água sanitária ou não lava?

A sétima pergunta consiste em saber se a pessoa que utiliza a água do poço costuma fervê-la antes de consumi-la. Na oitava pergunta procura-se saber a finalidade da água: beber, preparar alimentos, limpeza e higiene, irrigação e outros. A nona pergunta questiona se o responsável filtra a água antes consumi-la. A décima pergunta consiste em saber se há alguma fossa séptica perto do poço. A décima primeira pergunta questiona se próximo do poço há algum cemitério ou posto de combustível. A décima segunda pergunta consiste em saber se próximo a área do poço há rede de saneamento básico. A décima terceira pergunta busca saber se a água do poço é considerada salobra.

A décima quarta pergunta busca saber se o responsável pelo poço realiza algum tratamento na água antes de consumi-la. A décima quinta pergunta busca saber se o consumidor considera a água do poço boa ou ruim. A décima sexta pergunta consiste em saber se o poço foi perfurado por empresa pública, particular ou clandestina. A décima sétima pergunta busca saber se a perfuração do poço foi acompanhada por um geólogo, engenheiro ou técnico especialista. A décima oitava pergunta procura saber se o poço possui alguma licença junto ao órgão competente. A décima nona pergunta consiste em saber se a água do poço já passou por testes físico, químico ou biológico. A vigésima e última questão não é uma pergunta, mas um espaço para o entrevistador(a) fazer suas observações e análises sobre as áreas de cada poço visitado.

Foi realizado uma entrevista com o coordenador de poços do município de Mamanguape-PB, o senhor Paulo Aguiar, onde foi possível obter os seguintes resultados:

A primeira pergunta foi se há algum órgão na Prefeitura de Mamanguape responsável pela fiscalização e perfuração dos poços, na qual o mesmo respondeu: *“sim, e o setor competente é a Secretária de Recursos Hídricos”* (Paulo Aguiar, 2023).

A segunda pergunta consistiu em perguntar ao senhor Paulo Aguiar se ele saberia informar a quantidade de poços no município de Mamanguape-PB, do qual respondeu: *“há 11 poços na zona urbana e 30 poços na zona rural do respectivo município”* (Paulo Aguiar, 2023).

A terceira pergunta consistiu em saber se todos os poços do município de Mamanguape-PB são licenciados, no qual o mesmo respondeu: *“sim, o órgão responsável por licenciar os poços é a AESA”* (Paulo Aguiar, 2023).

Na quarta pergunta, foi questionado ao senhor Paulo Aguiar os motivos que levam a maior parte da população mamanguapense a aderir a perfuração de poços, o mesmo respondeu: *“a cidade de Mamanguape tem água em abundância, porém a CAGEPA, companhia responsável pela distribuição de água no estado da Paraíba, não foi capaz de criar um sistema eficaz de abastecimento com capacidade para atender toda a demanda de forma satisfatória. Desse modo, a população mamanguapense ainda espera pelas águas da barragem de Araçagi”* (Paulo Aguiar, 2023).

A quinta pergunta consistiu em saber se há custeios por parte da população mamanguapense, para aderir a perfuração dos poços, no qual afirmou: *“a prefeitura não cobra nenhuma taxa a população pelos abastecimentos através de poços”* (Paulo Aguiar, 2023).

Na sexta pergunta foi questionado ao senhor Paulo Aguiar quais os equipamentos utilizados nas perfurações dos poços, no qual respondeu: *“são utilizadas perfuratrizes compatíveis com a natureza do solo. Se for sedimento, é utilizado um tipo de broca, se o solo for cristalino, um outro tipo de broca é utilizado. Desse modo, mudam-se apenas as brocas, mas o maquinário é o mesmo”* (Paulo Aguiar, 2023).

A sétima pergunta consistiu em questionar ao senhor Paulo Aguiar, as finalidades das águas dos poços perfurados em Mamanguape, no qual respondeu: *“as águas dos poços são para usos domésticos”* (Paulo Aguiar, 2023).

A oitava pergunta consistiu em saber do senhor Paulo Aguiar se as águas dos poços do município de Mamanguape-PB, são apropriadas para o consumo humano, do qual respondeu: *“todas as águas captadas nos poços do respectivo município, são tratadas adequadamente, após análises físicas/química”* (Paulo Aguiar, 2023).

A nona pergunta consistiu em saber do senhor Paulo Aguiar alguns dados hidrogeológicos dos poços, como a profundidade e vazão dos poços perfurados e a qualidade

das suas águas, do qual respondeu: “*todos os poços perfurados têm uma profundidade que varia de 30 a 150 metros. Em todos os poços perfurados são feitos o teste de vasão, pois visa atender grandes comunidades. E quanto a qualidade das águas só são liberadas para consumo da comunidade após a realização de análises física/química exigidas*” (Paulo Aguiar, 2023).

A décima questão foi para que o senhor Paulo Aguiar detalhasse a quantidade de poços existentes no município em questão, conforme (Tabela 1).

**Tabela 1-** Quantidades de poços existentes em Mamanguape, por localidades.

LOCALIDADES / MAMANGUAPE/PB	QUANTIDADES DE POÇOS
Cidade Nova	4
Cicero Lucena	1
Rua do Meio	2
Engenho Novo	1
Pindobal	5
Sítio Pedra	2
Currãozinho	2
As Lagoas	3
Mendonças	2
Brejinho	1
Imbiribeira	1
Pau Darco	4
Camaratuba	3
Pitanga da Estrada	5
Zabelê	1
Hortigranjeiro	1
Distrito Mecânico	2
Caiana	1

**Fonte:** Elaborado a partir da entrevista com Paulo Aguiar, 2023.

Os nomes das localizações de poços destacados em vermelho, na tabela 1, coincidem com as localizações de poços do banco de dados do SIAGAS, e por tanto, percorridos por mim durante a pesquisa de campo.

A última questão consistiu em saber se o senhor Paulo Aguiar acredita que a falta de água nas torneiras da população mamanguapense, principalmente em épocas de estiagens, podem ser um fator que vem contribuindo para o aumento de perfurações de poços no município de Mamanguape-PB, o mesmo afirmou, *“É exclusivamente por falta de um planejamento estratégico da CAGEPA, pois sem medo de errar, afirmo: Temos condições de abastecermos toda a população de Mamanguape, com nossos mananciais, a exemplo do açude de Jangada, sem precisar depender das águas de Araçagi”* (Paulo Aguiar, 2023).

#### 4.2. ANÁLISES SOCIOAMBIENTAIS DOS POÇOS LOCALIZADOS NA ÁREA DE ESTUDO

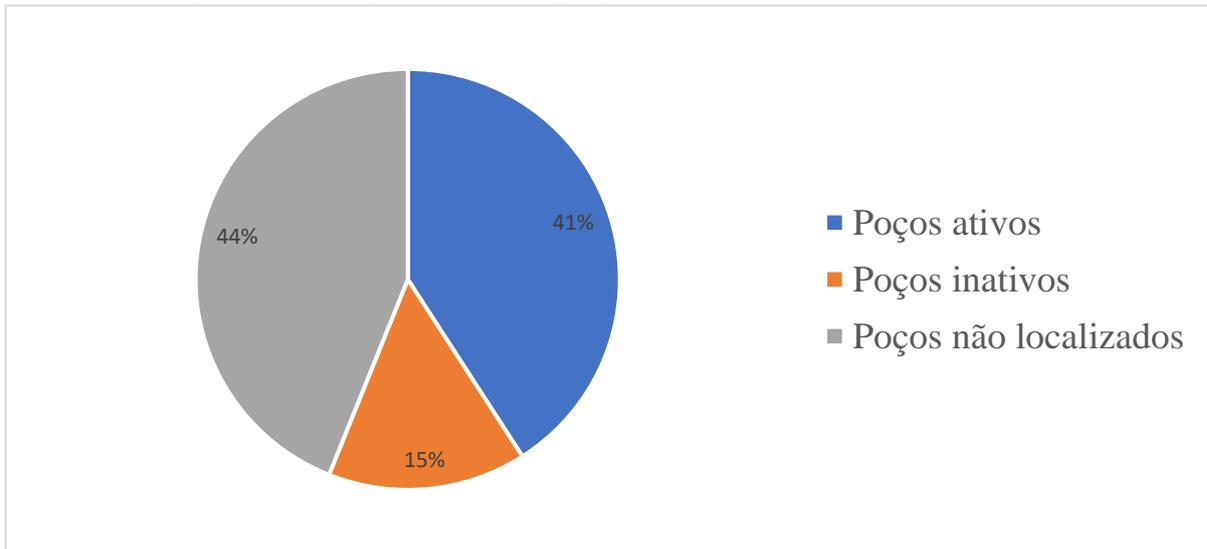
A pesquisa de campo para localização, entrevistas e análises socioambientais das áreas dos poços, teve início no dia 20 de maio de 2023 e foi finalizada no dia 17 de junho do corrente ano. Vale salientar que foram necessárias, portanto, oito visitas a campo, respectivamente em 20/05/23, 21/05/23, 27/05/23, 28/05/23, 04/06/23, 10/06/23, 11/06/23 e 17/06/23.

Para facilitar as localizações dos poços pesquisados, as rotas foram organizadas de acordo com as áreas de localização dos mesmos. Seguindo as seguintes ordens: **1º dia de campo:** poços na área urbana e próximos da mesma; **2º dia de campo:** poços na área de Itapessirica; **3º dia:** poços nas áreas de Tabuleiro e Pindobal; **4º dia de campo:** poços nas áreas de Pau Darco, Caiana, Pepina e Imbiribeira; **5º dia de campo:** poços nas áreas de Brejinho, João Pereira e uma parte de Camaratuba; **6º dia de campo:** poços nas áreas de Camaratuba, Hortigranjeiro; **7º dia de campo:** poços nas áreas de Pitanga da Estrada e Cajazeiras; **8º dia de campo:** poços na área de Laranjeiras.

A seguir, as áreas percorridas no município de Mamanguape durante a pesquisa de campo, conforme a (Fig. 14).



**Gráfico 1:** Poços no município de Mamanguape-PB.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

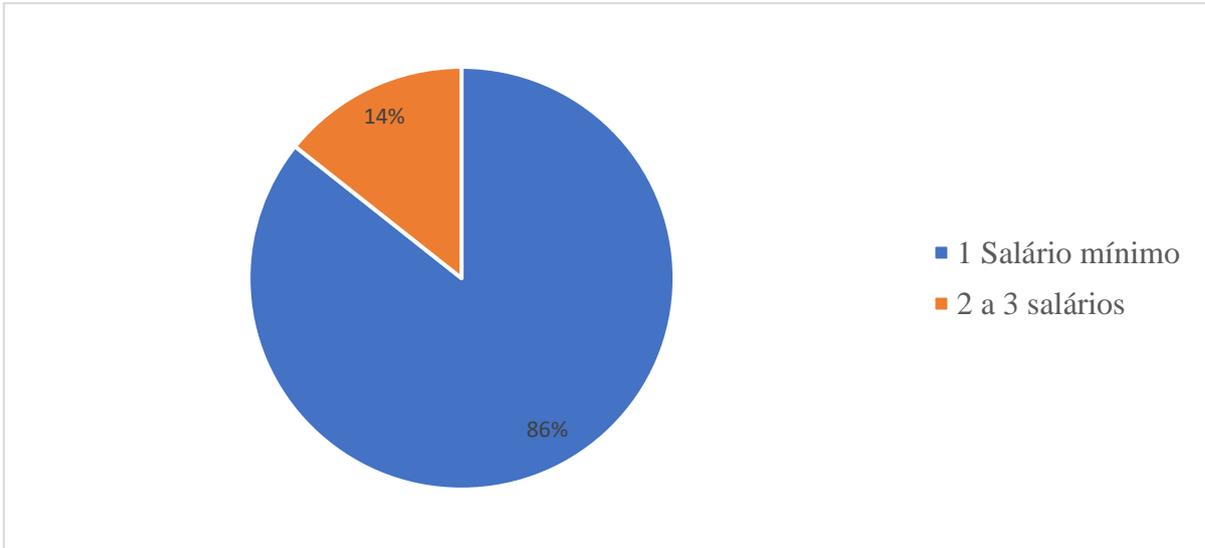
Levando em consideração os poços cadastrados no SIAGAS, bem como os 14 poços localizados durante a pesquisa de campo, foi possível constatar que 41% dos poços, no respectivo município, estão em atividades e servindo a população, enquanto 15% dos poços encontram-se desativados e dentre os principais fatores apontados pelos entrevistados está o fato da água ser salobra, e 44 % dos poços não foram localizados, pois as coordenadas do GPS não foram suficientes para a devida localização.

Segundo Zoby (2008), a salinidade das águas subterrâneas em rochas cristalinas nas áreas semiáridas podem está relacionadas aos baixos índices de chuvas precipitadas na região, fazendo com que os sais que ficam acumulados na superfície não sejam lixiviados, e assim quando há ocorrências de precipitações, as águas infiltram no subsolo juntamente com estes sais. Todavia, os poços da área da pesquisa encontram-se no litoral norte da Paraíba sobre as influências da Formação Barreiras, sendo constituída por rochas sedimentares. Então, para uma melhor compreensão sobre os poços em que os usuários afirmaram a água ser salobra, é necessário que se façam as análises físicas e químicas das águas para, só assim, saber quais fatores podem estar contribuindo para a salinidade das águas de tais poços.

Durante a pesquisa de campo também foram coletados alguns dados sobre as populações servidas pelos poços, bem como a renda familiar conforme (gráfico 2), a faixa etária (gráfico 3), e o grau de escolaridade dos entrevistados (gráfico 4).

Dentre as populações entrevistadas 86% responderam que possuem renda familiar de apenas 1 salário-mínimo, ao passo que 14% dos entrevistados possuem renda de 2 a 3 salários-mínimos, conforme gráfico 2.

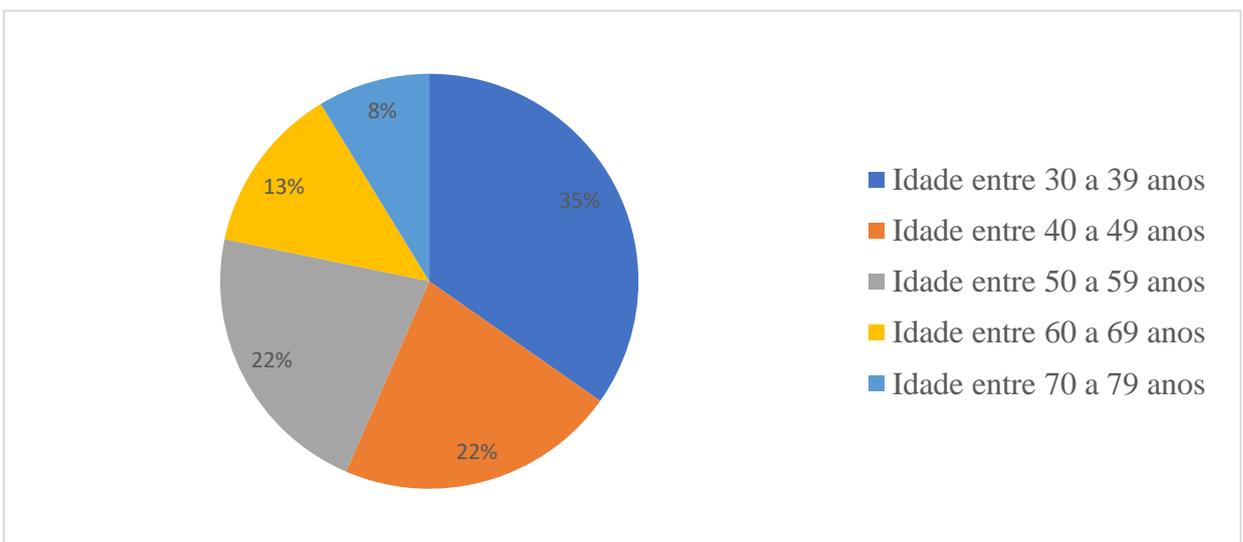
**Gráfico 2:** Renda familiar da população servida pelos poços.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

A maior parte dos entrevistados, cerca de 35%, possuem faixa etária entre 30 e 39 anos. 22% dos entrevistados possuem idade entre 40 e 49 anos. Cerca de 13% dos entrevistados estão na faixa etária de 60 a 69 anos, e uma minoria dos entrevistados, apenas 8%, possuem idade entre 70 e 79 anos, conforme gráfico 3.

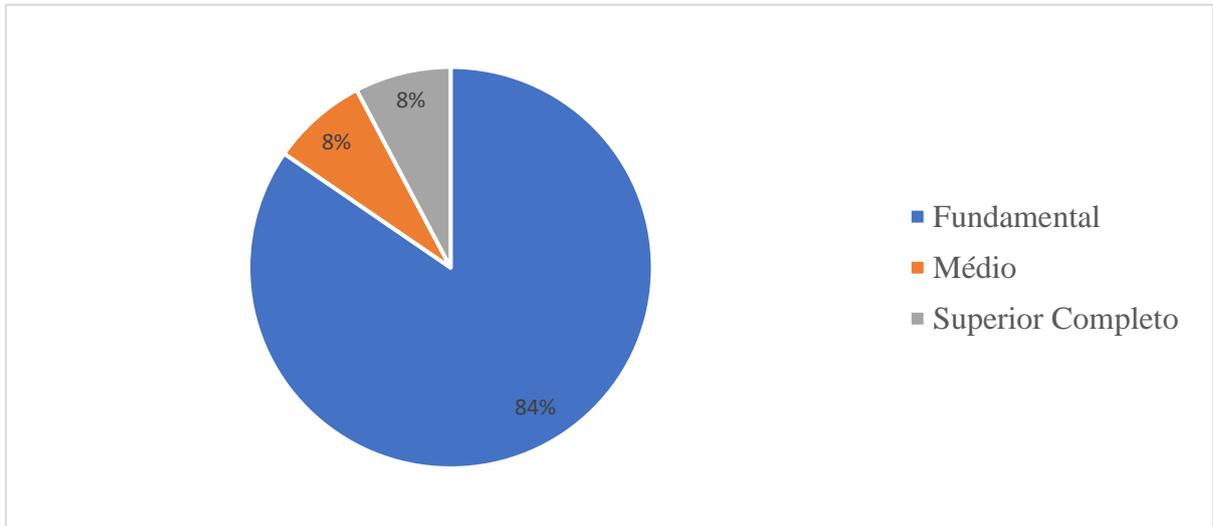
**Gráfico 3:** Faixa etária da população entrevistada.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Em relação ao grau de escolaridade, a maioria dos entrevistados, cerca de 84%, afirmaram possuir o ensino fundamental, enquanto apenas 8% dos entrevistados afirmaram ter ensino médio e ou ensino superior completo, conforme gráfico 4.

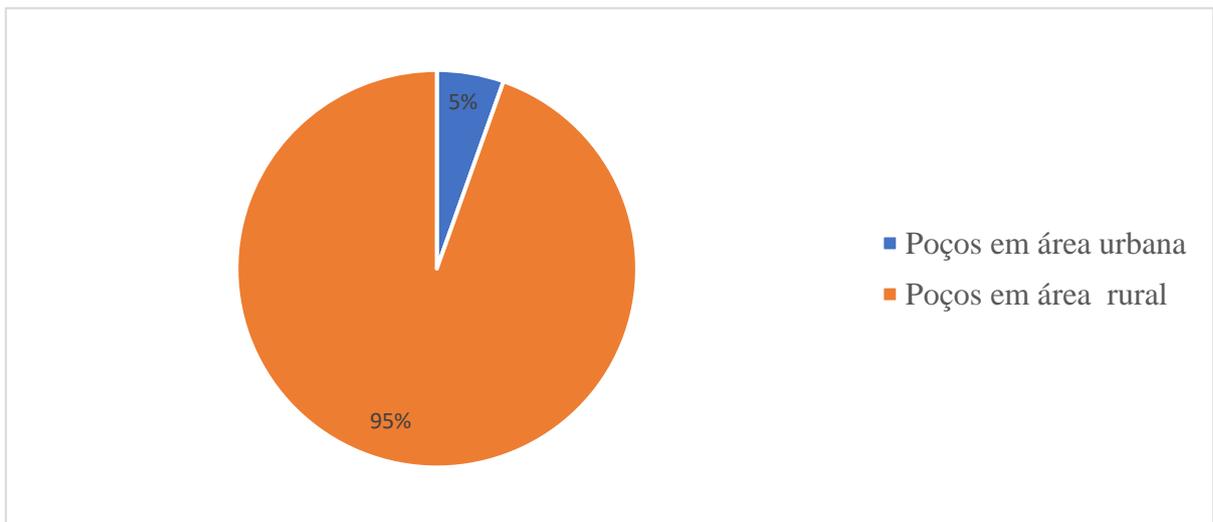
**Gráfico 4:** Grau de escolaridade dos entrevistados.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 3023.

A seguir, a quantidade de poços localizados na área urbana e na área rural de Mamanguape, gráfico 5.

**Gráfico 5:** Quantidade de poços localizados na área urbana e rural de Mamanguape -PB.



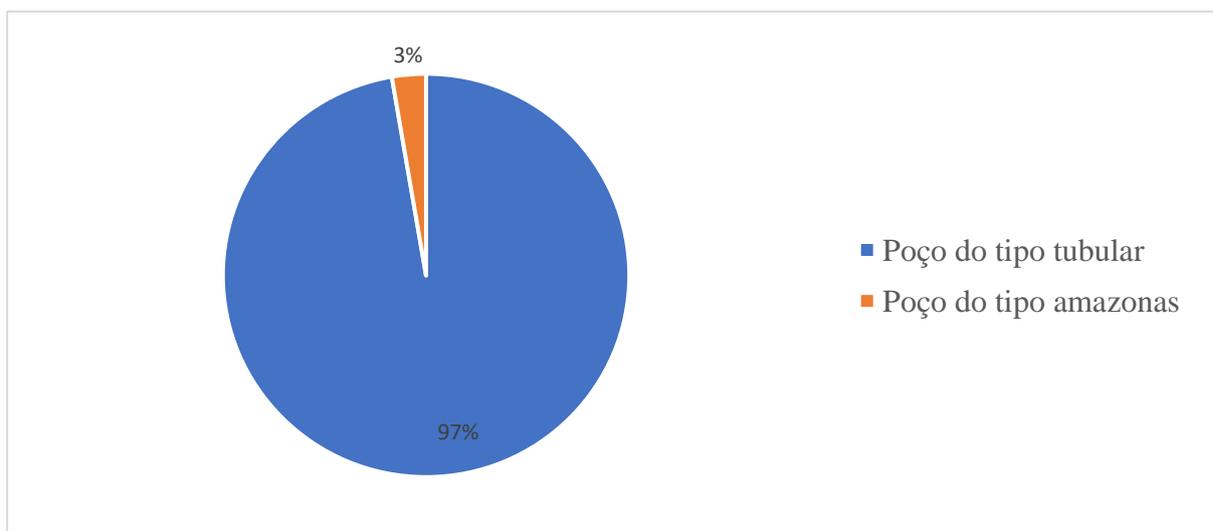
**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Para Análises dos dados do (gráfico 5), foram considerados os poços localizados na área da pesquisa, sejam (ativos ou inativos), os poços não localizados não foram considerados como

critérios de análise. Dessa forma, é possível perceber, no (gráfico 5), que 95% dos poços encontram-se na zona rural de Mamanguape, enquanto apenas 5% dos poços encontram-se na zona urbana do município. Vale salientar, que o município de Mamanguape-PB, assim como toda a região do Vale de Mamanguape e litoral paraibano, há práticas de atividades de monocultura da cana de açúcar, inclusive a Usina de açúcar Monte Alegre está instalada no respectivo município. Logo, destaco que, na maioria das áreas rurais percorridas haviam plantações da cana de açúcar, isso pode ascender um alerta, visto que os fertilizantes e adubos químicos utilizados nos canaviais podem acabar contaminando as águas dos solos, assim como os poços que se encontram nessas áreas e causar mal para a saúde humana.

Também foi constatado que a maioria dos poços de Mamanguape, cerca de 97%, são do tipo tubular, e apenas 3% dos poços são do tipo amazonas, conforme (gráfico 6). Foi verificado ainda, que todos os poços ativos localizados, sejam tubulares ou Amazonas possuem tampas de proteção, evitando que venha cair qualquer tipo de resíduo superficial para dentro dos mesmos, porém os poços não estão livres de contaminações no subsolo, já que a grande maioria localizam-se em áreas que contém fossas sépticas. Na (Fig. 15), observa-se ao fundo da imagem, residências a poucos metros de distância do poço que fazem usos de fossas sépticas para deposição dos dejetos.

**Gráfico 6:** Tipo de poço.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

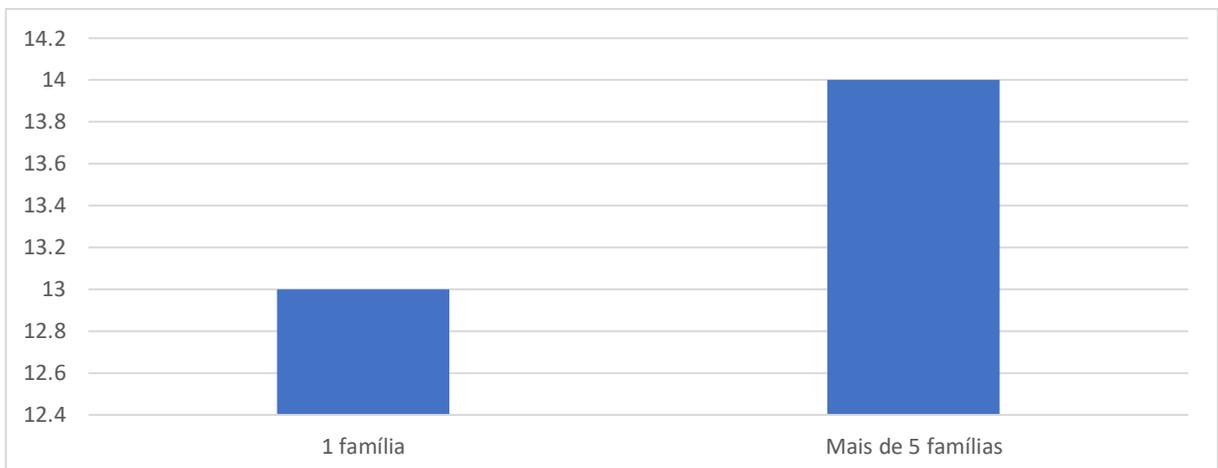
**Figura 15:** Poço localizado na zona rural de Mamanguape -PB.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2023.

Durante a pesquisa de campo, foi constatado que dentre os poços que se encontram em atividades, 13 poços atendem a pelo menos uma família, enquanto outros 14 poços atendem a mais de 5 famílias, geralmente comunidades inteiras, a exemplo da comunidade de Imbiribeira, Pindobal, Hortigranjeiro, dentre outras, conforme gráfico 7.

**Gráfico 7:** Quantidade de famílias atendidas pelos poços.

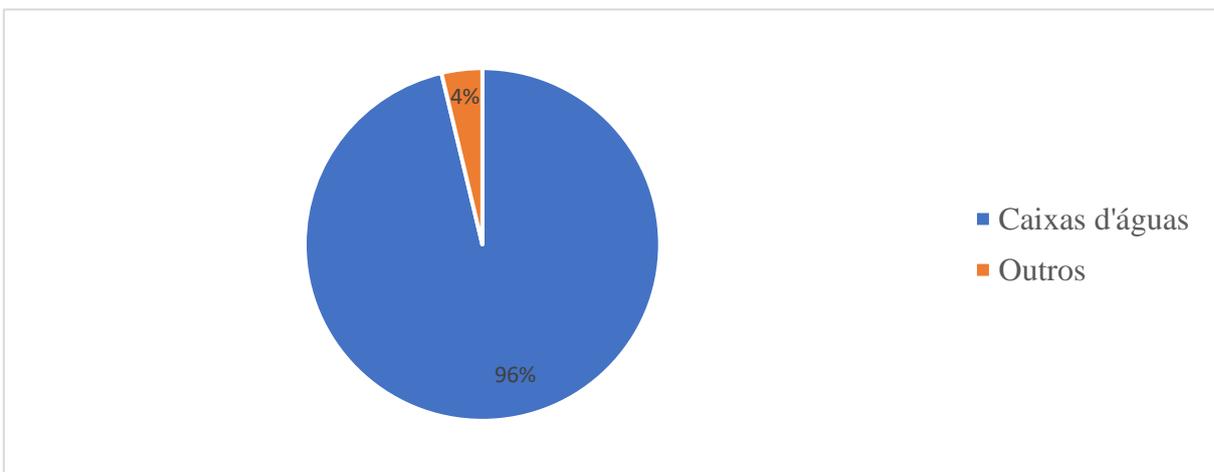


Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Os dados do gráfico 7 corroboram com as ideias de Bagatini, Bonzanini e Oliveira (2017), quando as mesmas enfatizam que os poços são alternativas viáveis e necessárias para aqueles que não dispõem de redes de abastecimento público.

Com relação a forma de armazenamento das águas dos poços, 96% dos entrevistados afirmaram que armazenam as águas dos poços em caixas d'água, enquanto 4% dos entrevistados citaram outras formas de armazenamentos utilizadas para o armazenamento da água, a exemplo das cisternas, conforme gráfico 8.

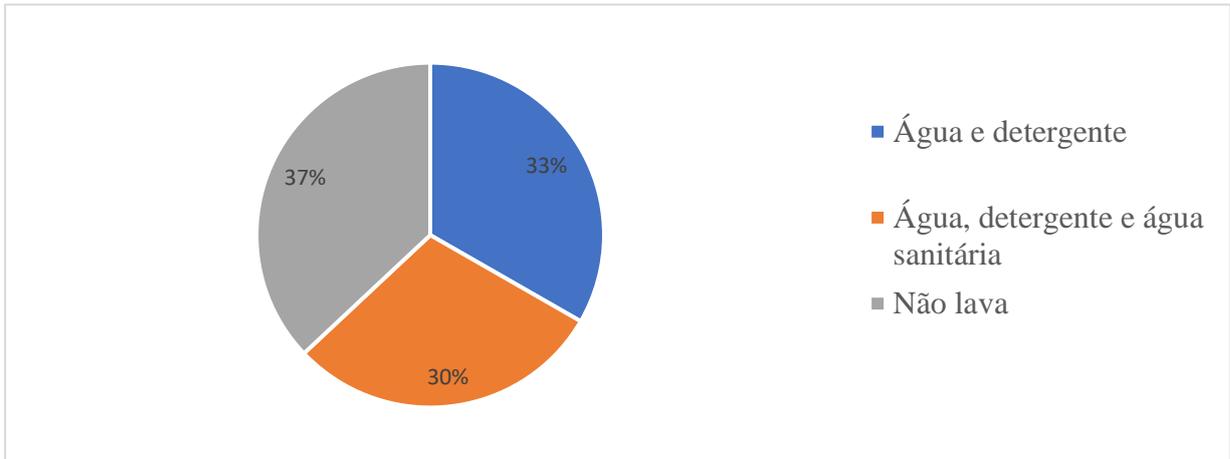
**Gráfico 8:** Forma de armazenamento das águas dos poços.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Foi perguntado às pessoas servidas pelos poços como as mesmas lavavam os reservatórios de água, 37% dos entrevistados afirmaram que não lavavam os reservatórios de água, enquanto 33% dos entrevistados responderam que utilizam água e detergente para lavar os reservatórios, e 30% dos entrevistados utilizam água, detergente e água sanitária na lavagem dos reservatórios (gráfico 9).

**Gráfico 9:** Produtos utilizados para lavar os reservatórios de água.



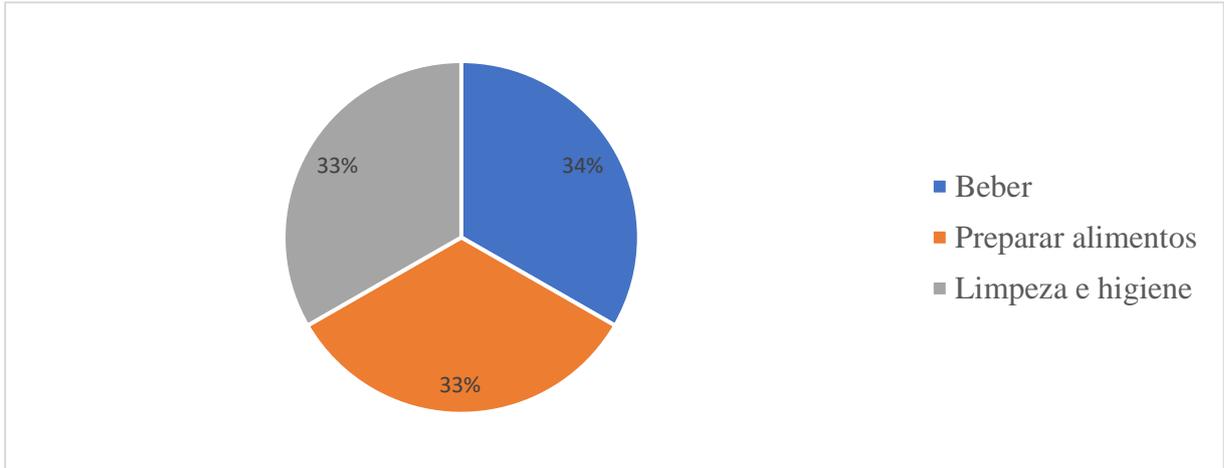
**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Com relação ao procedimento de ferver a água do poço antes de consumi-la, a fim de matar os possíveis germes e micróbios que venham conter na água, por unanimidade, todos os entrevistados afirmaram que não têm o hábito de ferver a água antes do consumo, os mesmos utilizam a água direto das fontes.

Fazer alguns procedimentos sanitários nas águas dos poços antes de consumi-la é importante, pois além das contaminações por ações antrópicas, as águas subterrâneas podem ser contaminadas naturalmente, pois conforme Hirata, Lima e Hirata (2009), pode ocorrer uma evolução química dos minerais nas águas subterrâneas alterando as suas qualidades.

No que diz respeito a finalidade das águas dos poços, 34% dos entrevistados afirmaram que utilizam a água para beber, enquanto 33% utilizam as águas dos poços para preparar alimentos e também para limpeza e higiene, conforme gráfico 10.

**Gráfico 10:** Finalidade das águas dos poços.

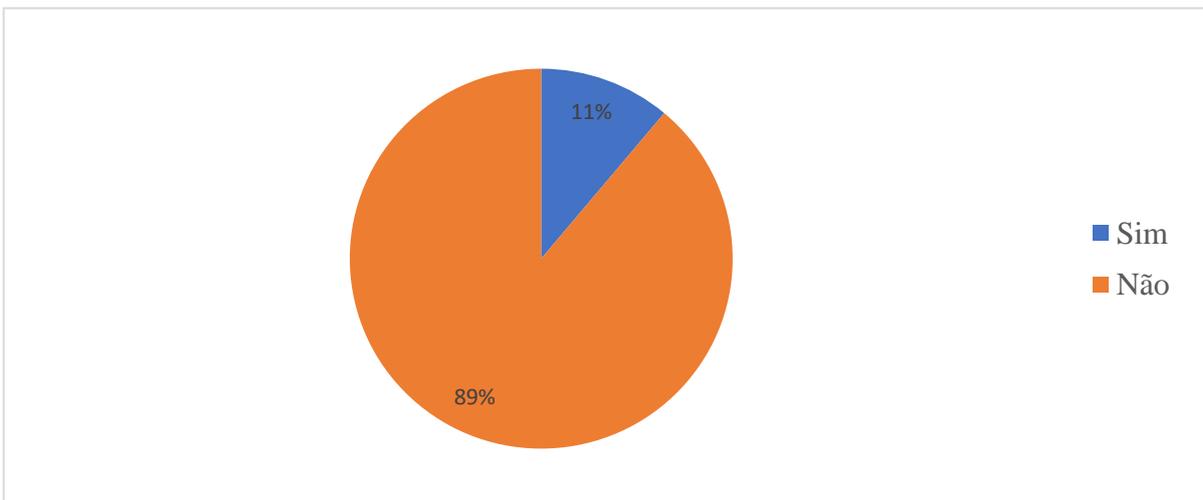


**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Segundo Kunze, Perazzole e Salamoni (2017), as águas subterrâneas vêm sendo utilizadas não só para o abastecimento público, mas também, para atividades econômicas como nas indústrias, na agropecuária e principalmente para irrigações.

Com relação ao hábito de filtrar a água dos poços antes do consumo, 89% dos entrevistados responderam que não possuem filtro e, portanto, não filtram a água antes de consumir, enquanto apenas 11% dos entrevistados afirmaram filtrar a água antes do consumo, conforme gráfico 11.

**Gráfico 11:** Pessoas que têm o hábito de filtrar as águas dos poços antes do consumo.

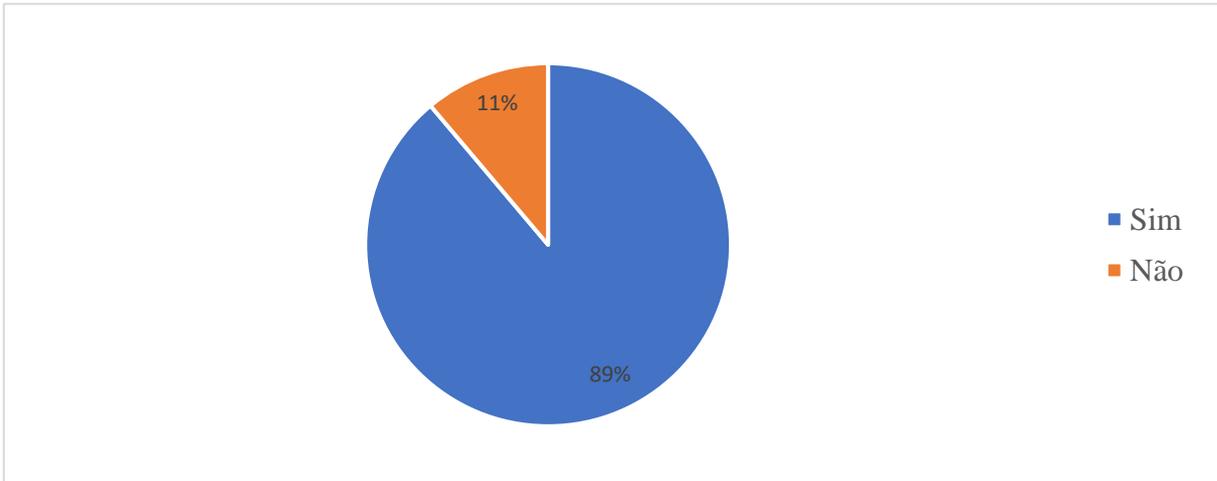


**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

No que diz respeito a proximidade dos poços em relação às fossas sépticas, foi constatado durante as visitas técnicas nas áreas da pesquisa, que a maioria dos poços, cerca

89%, estão localizados próximos de fossas sépticas, conforme (Fig. 16), ao passo que 11% dos poços encontram-se distantes das mesmas. Vale salientar que as áreas da pesquisa não possuem redes de saneamento básico, portanto sendo necessário a utilização das fossas sépticas para deposição dos dejetos, conforme gráfico 12.

**Gráfico 12:** Fossas sépticas próximas dos poços.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

**Figura 16:** Poço localizado muito próximo de uma residência na zona rural de Mamanguape.



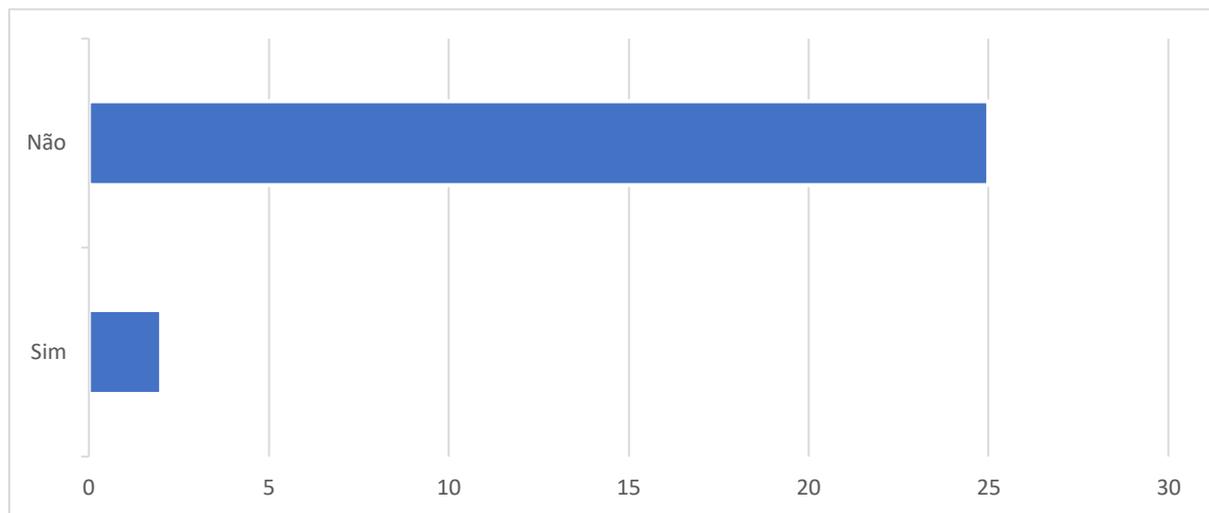
**Fonte:** Arquivo pessoal da autora, 2023.

Na Fig. 16, observa-se que um poço na zona rural de Mamanguape, utilizado para abastecimento humano encontra-se muito próximo da residência. Quando perguntado ao morador e responsável pelo poço, qual foi construído primeiro, se o poço ou a casa, o mesmo

respondeu que o poço foi perfurado antes da construção da casa. Todavia, é possível perceber os encanamentos utilizados para levar os dejetos para a fossa séptica que está localizada a poucos metros de distância do poço.

Tratando-se dos poços localizados próximos a cemitérios ou postos de combustíveis, dentre os poços ativos analisados, constatou-se que apenas 2 poços se encontram próximos de um cemitério e de um posto de combustível, a exemplo de 2 poços localizados em Alto Camaratuba. Enquanto 25 poços não estão localizados próximos de cemitérios ou posto de combustível, conforme gráfico 13.

**Gráfico 13:** Poços localizados próximos de cemitério ou posto de combustível.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Provavelmente, as águas desses poços estejam contaminadas pelo necrochorume e microorganismos liberados pelos corpos em estágio de putrefação que infiltra no subsolo, pois de acordo com Waskiewicz, Dinnebier e Matthiensen (2021), não existem leis no âmbito estadual ou federal que definam uma distância mínima entre os cemitérios e os poços, todavia, os mesmos enfatizam que há um plano de saneamento básico no município de Concórdia – SC, sugerindo uma distância de 250 metros entre os cemitérios e os poços utilizados para abastecimento humano e no mínimo 30 metros entre cemitérios e nascentes, rios, entre outros.

Em relação as redes de saneamento básico nas áreas da pesquisa, foi constatado durante as visitas técnicas que nenhuma das áreas visitadas possuem redes de saneamento básico. Isso se explica pelo fato das áreas da pesquisa se encontrarem, em grande maioria, na zona rural, onde não dispõem dos serviços de saneamento. E os poucos poços localizados na área urbana

de Mamanguape estão situados em ruas que ainda não dispõem dos serviços de saneamento básico, por isso as comunidades utilizam as fossas sépticas para deposição dos dejetos humanos,

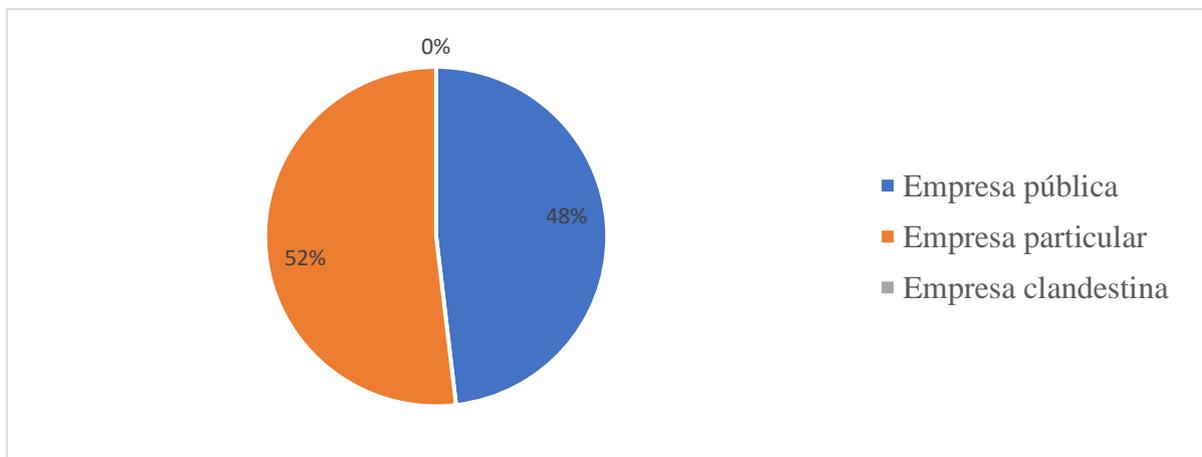
No que diz respeito a salinidade das águas dos poços, todos os usuários responderam que não consideram a água salobra. Segundo os mesmos, utilizam as águas dos poços para beber, limpeza e higiene e preparação de alimentos, além do mais, consideram a água doce e boa para o consumo humano. A estratigrafia das áreas onde se encontram os poços, pode influenciar na qualidade da água, haja visto que, os poços se encontram nas camadas sedimentares da Formação Barreira, que são formadas por arenito, siltito, dentre outros materiais.

Considerando a importância de realizar alguns tratamentos e ou procedimentos na necessários nas águas dos poços, antes do consumo, todos os usuários afirmaram que não realizam nenhum tipo de tratamento na água antes do consumo, pois de acordo com eles, a água é pura, limpa, e a consideram água mineral.

É comum que pessoas com pouco grau de instrução, (que não teve acesso à escola, ou até teve, mas não conseguiu concluir os estudos) tenham poucos conhecimentos e noção a respeito da importância de tratar as águas dos poços antes do consumo, para que as mesmas não venha causar mal à saúde humana.

Tratando-se das empresas que realizaram as perfurações dos poços, de acordo com os relatos dos usuários, 48% dos poços foram perfurados por empresas públicas, enquanto 52% dos poços foram perfurados por empresas particulares. Em relação as empresas particulares, nenhum dos usuários afirmaram se as mesmas eram clandestinas, conforme gráfico 14.

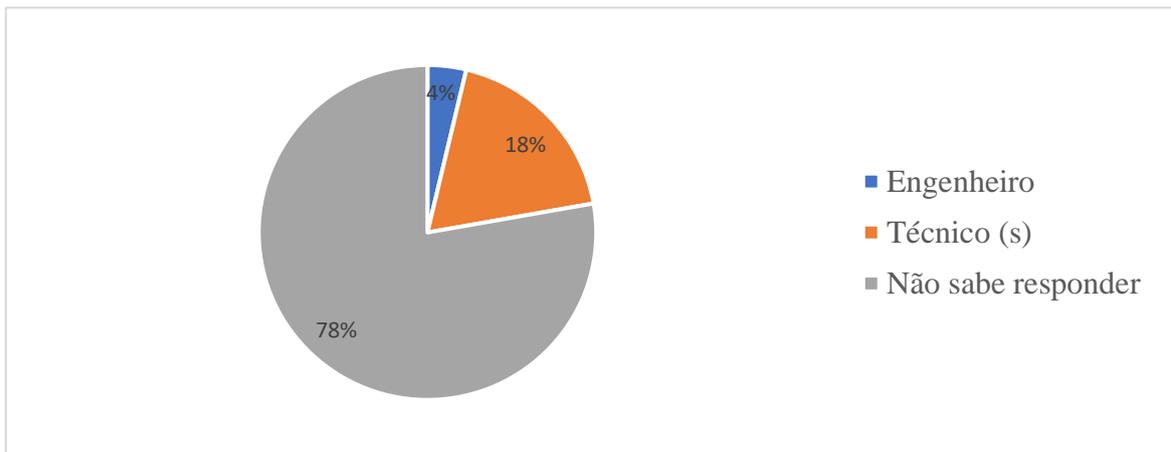
**Gráfico 14:** Empresas que realizaram as perfurações dos poços.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

Com relação aos profissionais responsáveis por acompanhar a obra durante a perfuração dos poços, 4% dos entrevistados responderam que as perfurações dos poços foram acompanhadas por um engenheiro, 18% dos entrevistados afirmaram que a obra de perfuração dos poços foi acompanhada por técnicos e 78% afirmaram não saber responder esta informação, conforme gráfico 15.

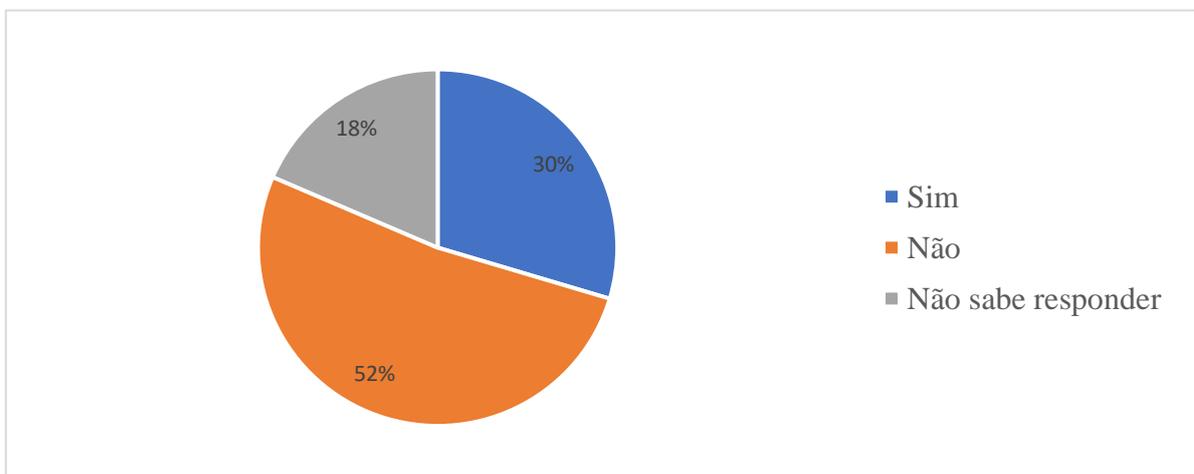
**Gráfico 15:** Profissionais que acompanharam a obra de perfuração dos poços.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

No que concerne às licenças dos poços, junto ao órgão gestor de recursos hídricos, 30% dos entrevistados afirmaram que os poços possuem licenças, enquanto 52% dos entrevistados responderam que os poços não são licenciados, e 18% não souberam responder, conforme gráfico 16.

**Gráfico 16:** Poços perfurados que possuem licenças junto ao órgão gestor de recursos hídricos

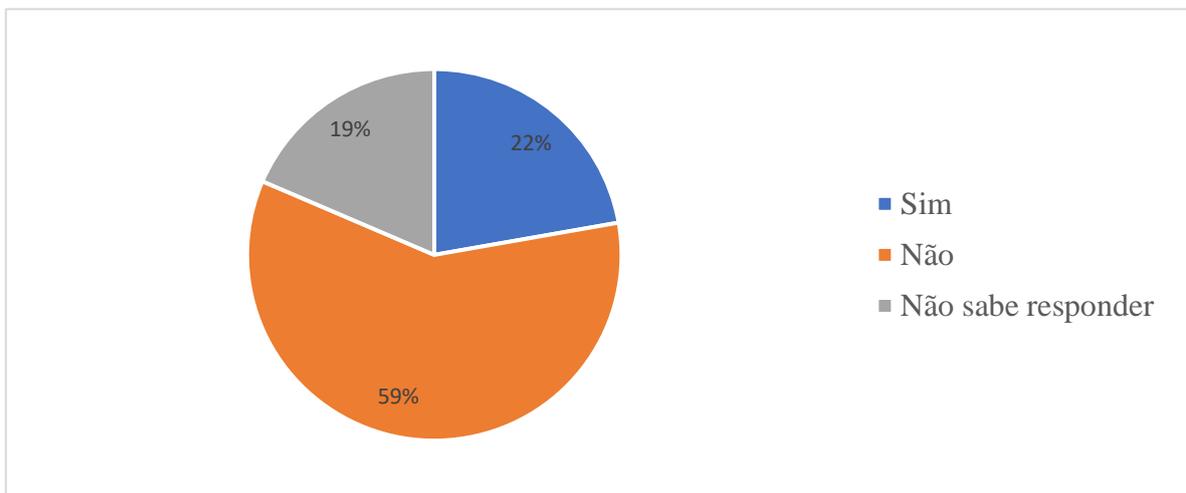


**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

É importante ressaltar que os usuários de poços ou quem desejam perfurar poços em suas propriedades que procurem os órgãos competentes para que assim, sejam feitos os procedimentos necessários. A AESA é a responsável, no estado da Paraíba, por conceder outorgas e licenças para perfuração de poços.

No que diz respeito a realização de ensaios que atestam a qualidade da água subterrânea, a maioria dos usuários, cerca de 59%, afirmaram que não foi realizado testes para saber a qualidade da água, ao passo que 22% dos entrevistados afirmaram que foi realizado testes para saber a qualidade da água, e 19% não souberam responder, conforme gráfico 17.

**Gráfico 17:** Ensaios realizados para atestar a qualidade da água subterrânea.



**Fonte:** Elaborado pela autora, 2023.

É importante que sejam realizadas as análises físico-químicas nas águas dos poços, para garantir que as mesmas são de boas qualidades para o consumo humano e que assim, não irá causar nenhum mal para a saúde humana.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do que foi discorrido neste trabalho, sobre todas as áreas percorridas do município de Mamanguape, em busca de localizar todos os poços da base de dados, percebe-se o quanto o município de Mamanguape dispõe de uma fartura no que diz respeito aos recursos hídricos subterrâneos, pois em quase todas as localidades, há poços para atender as comunidades.

Dentre os 52 poços da pesquisa: 13 poços encontram-se ativos atendendo as comunidades; 10 poços encontram-se desativados, dentre o principal motivo está a salinidade da água; 29 poços não foram localizados e dentre os motivos estão os erros nas coordenadas do GPS e também as áreas de difíceis acessos, e além destes, ainda foram localizados mais 14 poços particulares e que não estão cadastrados, ou pelo menos, ainda não constam nos registros do SIAGAS, mas que estão ativos e sendo utilizados pela população.

Que o município dispõe de oferta em seus lençóis freáticos não se tem dúvidas, mas e quanto a qualidade da água? Será que a água desses poços é apropriada para o consumo humano?

Para responder essas perguntas seria necessário realizar análises físico/químico nas águas dos poços, mas as minhas análises se limitam ao que diz respeito aos aspectos socioambientais das áreas de poços.

Sendo assim, observa-se que em todas as comunidades, percorridas e analisadas, há ausência das redes de saneamento básico, visto que os dejetos humanos seguem para as fossas sépticas, o que pode gerar um estado de alerta, pois dependendo da distância entre o poço e a fossa séptica, pode haver contaminação das águas.

Ressalta-se, ainda, que foram localizados 14 poços particulares durante a pesquisa de campo, que não possuem licenciamentos e também não foram feitas análises físicas/química para saber a qualidade da água, isso significa que as pessoas que aderem aos poços clandestinos, correm sérios riscos de adoecerem, por tomarem água sem os mínimos critérios de qualidade.

Um outro ponto em destaque é que nas localidades que haviam poços, foi perguntado às pessoas que os utilizavam, se tinham o hábito de ferver, filtrar ou utilizar cloro nas águas dos poços antes de consumi-la, e em todas as entrevistas, os usuários responderam que não faziam nenhum desses procedimentos, bebiam as águas direto das fontes, porque segundo eles a água é boa, cristalina, não é salobra, mas deve-se pontuar que somente através de análises física e

química é que podemos garantir a qualidade da água, pois micro-organismos não podem ser vistos a olhos nu, somente através de exames específicos.

Por isso, recomenda-se, para aqueles que queiram perfurar mais poços na região, que procurem os órgãos competentes para viabilizar a outorga do poço, e conseqüentemente, realizar as análises físico-químicas da água para garantir a desejada segurança sanitária, visando não causar nenhum mal à saúde humana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAS- Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Disponível em: <http://www.abas.org/associacao/voce-sabe-quem-e-a-maior-defensora-das-aguas-subterraneas/>. Acesso em: 16 de julho de 2022.
- AESA- Agência Executiva de Gestão das Águas. **Últimos volumes informados dos açudes/ AESA-2022**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/ultimos-volumes/>. Acesso em: 26 de junho de 2022.
- BACCI, D. de Lá C. PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos avançados**, v.22, p.211- 226, 2008.
- BAGATINI, M.; BONZANINI, V.; OLIVEIRA, E. C. Análise da qualidade da água em poços artesianos na região de Roca Sales, Vale do Taquari. **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v.14, n.1, p.84- 91, 2017.
- BRASIL CIDADES – disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/promover-mamanguape.html>. Acesso em 07 de agosto de 2023.
- BRASIL – Política Nacional dos Recursos hídricos, Lei nº 9.433, de 8 de 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.433%2C%20DE%208%20DE%20JANEIRO%20DE%201997.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,Federal%2C%20e%20altera%20o%20art](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.433%2C%20DE%208%20DE%20JANEIRO%20DE%201997.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,Federal%2C%20e%20altera%20o%20art). Acesso em 16 de julho de 2022.
- BRASIL – Portaria do Ministério da Saúde, Lei nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em : 16 de julho de 2022.
- BRASIL – Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, Lei nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>. Acesso em: 16 de julho de 2022.
- BRITO, K. P. **Qualidade da água de poços artesianos das comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro em São José de Piranhas – PB**. Cajazeiras – PB, 2019, 42p. TCC (TCC em Licenciatura em Química) Universidade Federal de Campina Grande. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/11002>. Acesso em: 22 de junho de 2022.
- FREEZER, A. R.; CHERRY, J. A. **Águas subterrâneas**. Tradução de Everton de Oliveira. São Paulo. 2017. 698p.
- FURRIER, M.; ARAÚJO, M. E. de; MENESES, L. F. de; Geomorfologia e tectônica da Formação Barreiras no estado da Paraíba. **Instituto Geociências – USP**: São Paulo, v.6, n.2, p. 61- 70, outubro, 2006.

HIRATA, R; LIMA, J. B. V; HIRATA, H. A água como recurso. In: , TEIXEIRA, W. et al ( orgs) **Decifrando a Terra**. 2ª edi. São Paulo; Companhia Editora Nacional, 2009, p.448-485.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE/ CIDADES**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/mamanguape/panorama>. Acesso em: 26 de junho de 2022.

KARMANN, I. Água: ciclo e ação geológica. In: Teixeira, W. et al. (org.). **Decifrando a Terra**. 2ª edi. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. p. 186- 209.

KUNZE, M. A. B.; PERAZZOLI, M.; SALAMONI, S. P. Mapeamento e qualidade de poços profundos na área central de videira – SC. **Anuário Pesquisa Extensão Unoesc Videira**, v.2, 2017.

LIMA, E. de J. **Levantamento do quadro natural do município de Mamanguape-PB**. João Pessoa-PB, 2013, 84p. TCC ( Monografia em Licenciatura em Geografia) Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/474>. Acesso em : 23 de outubro de 2023.

MASCARENHAS, J. de C. ; *et al* (org) Projeto cadastro de fontes de abastecimento, por água subterrânea. Diagnóstico do município de Mamanguape, estado da Paraíba. Recife: CPRM – PRODEEM, 2005.

MEDEIROS, L. T. G.; FARTO, C.D.; ATHAYDE JUNIOR, G. B. Avaliação da qualidade da água Subterrânea na região dos Bancários em João Pessoa- PB. **Research Society and Development**. v.10, n.6, 2021.

MELO JUNIOR, H. R. de; MOURÃO, M. A. A. (Coord). **Projeto rede integrada de monitoramento das águas subterrâneas: relatório diagnóstico Aquífero Alter do Chão no estado do Pará, bacia sedimentar do Amazonas**. Belo Horizonte: CPRM- Serviço Geológico do Brasil, v.7, 2012.

MOREIRA, M.H.; KOPP, K. A.; NARDOCC, A. C. Avaliação da qualidade da água para o consumo humano proveniente de poços rasos e do risco de infecção desta por exposição a patógenos emergentes em um bairro de Goiânia, Goiás. **Águas Subterrâneas**, v.35, n.2, 2021.

PRESS, F. *et al*. **Para Entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006, 656p.

REBOLÇAS, A. da C. Amore, L. O sistema aquífero Guarani- SAG. **Revista Águas Subterrâneas**. n.16, maio/ 2002.

RIBEIRO, P. H. B. **Especialização da vazão produzida por poços tubulares em diferentes formações hidrogeológicas no nordeste baiano**, 2013. 90p. Dissertação ( Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro – BA, 2013.

SANTOS, E. J. dos; FERREIRA, C. A.; SILVA JÚNIOR, J. M. F. da (orgs). **Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2002.

SIAGAS. Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php>. Acesso em: 16 de julho de 2022.

SILVA, R. M.C.; ALBUQUERQUE, E. L.S. Caracterização hidrogeológica do município de Piracuruca, estado do Piauí. **Geografia: Publicações Avulsas**, Teresina, v.1, n.1, p.106- 124, jul./ dez. 2019.

VASCONCELOS, M.B. Poços de captação de águas subterrâneas: Revisão de conceitos e proposta de nomenclatura. XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2014.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

VIEIRA, A. K. F. **Estimativa do custo do abastecimento de água baseado no consumo de energia: Estudo de caso na Universidade Federal da Paraíba**. João Pessoa, 2019. 95p. Dissertação (Mestrado em Gestão nas Organizações de Aprendentes) Universidade Federal da Paraíba. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/19118>. Acesso em: 16 de julho de 2022.

WASKIEWIC, M. E.; DINNEBIER, H. C. F.; MATTHIENSEN, A. Mapeamento dos cemitérios e dos poços tubulares profundos em seus entornos, utilizados para consumo humano, no município de Concórdia/SC. In: MATTHIENSEN, A. (org). **Ações e pesquisas em recursos hídricos na bacia do rio Jacutinga e bacias contíguas**. Mafra/SC: Editora da UNC, 2021, p. 182- 194.

WEST, D. C.; Mello, C. L. Distribuição da formação Barreiras na região sul do Espírito Santo e sua relação com a deformação neotectônica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.21, n.21, p. 155- 170, 2020.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. **Fundamentos de Geologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2016. 508p.

ZOBY, J. L. G. Panorama da qualidade das águas Subterrâneas no Brasil. In. SUPLEMENTO – ANAIS DO XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2008. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23802>. Acesso em: 16 de julho de 2022.

# APÊNDICES

**APÊNDICE A:** Entrevista realizada com moradores das áreas servidas pelos poços em Mamanguape -PB.



Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

Centro de Humanidades – Guarabira - Campus III

Departamento de Geografia

### QUESTIONÁRIO

Objetivo: pesquisa de cunho acadêmico visando a elaboração do Trabalho de Conclusão do Curso em Geografia (período 2023.1). Esta entrevista visa coletar alguns dados e aspectos sócio – ambientais sobre os poços previamente perfurados do município de Mamanguape-PB.

#### **1- Dados dos(as) entrevistados(as):**

Local da entrevista:

Data:

Nome do(a) entrevistado(a):

Idade:

Renda familiar:

Sexo: F ( ) M ( )

( ) 1 salário mínimo

( ) 2 a 3 salários mínimos

( ) 3 a 5 salários mínimos

( ) Acima de 5 salários

Localização do poço:

( ) Área rural ( ) Área Urbana

Grau de Escolaridade

( ) Fundamental ( ) Médio ( ) Superior Completo ( ) S. Incompleto ( ) Pós-Graduação

#### **2- O poço se encontra em atividade?**

( ) Sim ( ) Não ( ) Não sabe responder

**3- Qual o tipo de poço?**

Amazonas  Tubular  Não sabe responder

**4- O poço atende quantas famílias?**

1  2  3  4  Mais

**5- A água do poço é armazenada de que forma?**

Garrafas descartáveis  Caixas d' águas  Outros  
 Garrafões  Baldes

**6- Como o(a) senhor(a) lava estes reservatórios?**

Somente água  Água, detergente e água sanitária  
 Água e detergente  Não lava

**7- Costuma ferver a água antes de usar?**

Sim  Não  Não sabe responder

**8- Qual a finalidade dessa água?**

Beber  Preparar alimentos.  Limpeza e higiene  Irrigação  
 Outros

**9- Coloca a água em um filtro em casa?**

Sim  Não  Não sabe responder

**10- Há alguma fossa séptica perto do poço?**

Sim  Não  Não sabe responder

**11- O poço está localizado próximo de cemitério ou posto de combustível?**

Sim  Não  Não sabe responder



**APÊNDICE B-** Entrevista realizada com o coordenador de poços do município de Mamanguape-PB.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA- UEPB**

**CENTRO DE HUMANIDADES- CAMPUS III**

**CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

**ALUNA: FRANCINALVA S. R. ALVES**

- Esta entrevista é de grande importância e visa contribuir para o desenvolvimento do meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), que tem por tema: *“Levantamento e análise socioambiental de poços no município de Mamanguape-PB.”*
- Todos os dados coletados na entrevista serão para fins de caráter analítico.

**Dados do entrevistado:**

Nome:

Secretária de lotação:

Cargo/função:

**Questionário:**

**1-**Sabendo-se que no município de Mamanguape-PB tem crescido o número de escavações de poços, principalmente, na área urbana, o Sr. pode informar, se há algum órgão, por parte da Prefeitura, responsável pela fiscalização e perfuração desses poços?

**2-**O Sr. conhece a quantidade de poços existentes, atualmente, no perímetro urbano de Mamanguape?

- 3- Todos os poços da área urbana de Mamanguape são licenciados? Explicar.
- 4- Quais são os motivos que levam a grande parte da população mamanguapense a aderir a perfuração de poços?
- 5- Há custeios por parte da população para aderir aos poços, se sim, quanto?
- 6-Quais são os equipamentos utilizados nas perfurações de poços?
- 7- Quais as finalidades das águas dos poços perfurados em Mamanguape? (São utilizadas para o consumo humano, atividades domésticas, empresas, entre outras?)
- 8- As águas dos poços são apropriadas para o consumo humano?
- 9- O Sr. pode informar alguns dados hidrogeológicos dos poços, bem como, a profundidade, a vasão dos poços escavados e a qualidade das águas dos respectivos poços.?
- 10- Seria possível fornecer quadros ou tabelas detalhando a quantidade de poços por bairro, ou até mesmo descrever a quantidade de poços por bairro, para que possa analisar qual bairro há uma incidência maior de poços?
- 11- O Sr. acredita que a falta de água nas torneiras da população mamanguapense, principalmente em época de estiagens, pode ser um fator que vem contribuindo para o aumento de perfurações de poços?

**APÊNDICE C:** Banco de dados sobre os poços no município de Mamanguape-PB, elaborado a partir do SIAGAS.

LOCALIZAÇÃO	UTM (N / S)	UTM (L / O)	LAT.	LONG.	SITUAÇÃO	PROFUNDIDADE FINAL	PERFURADOR	FORMAÇÃO GEOLOGICA	LITOLOGIA
P1- Curral de Cima	9255199	261114	064400	350940	22/10/1998 Equipado	37 m	Conesp	Cristalina	Micaxisto
P2- Fazenda Santa Maria (Genipapo)	9243087	266942	065035	350632	27/10/1998 Equipado	94,15 m	Conesp	Grupo Seridó	Micaxisto
P3-Laranjeiras I	9253777	254543	064445	351314	10/12/2004 Abandonado	35 m	X	X	X
P4-Laranjeiras II	9253725	254513	064447	351315	10/12/2004 Equipado	50 m	X	X	X
P5-Itapesseric	9243155	260260	065032	351011	30/11/2004 Não instalado	50 m	X	X	X
P6- Fazenda Pindobal (Tabuleiro)	9241240	267708	065135	350607	29/11/2004 Não instalado	66 m	Hidrotec	X	X
P7-Fazenda Pindobal- II	9241193	268092	065137	350555	29/11/2004 Não instalado	16 m	X	X	X
P8-Fazenda Pindobal III	9241477	267778	065128	350605	29/11/2004 Abandonado	66 m	X	X	X
P9-Fazenda Pindobal IV	9242524	268323	065054	350547	29/11/2004 Equipado	65 m	X	X	X
P10- Pitanga da Estrada I	9269723	262912	063608	350839	29/11/2004 Equipado	35 m	X	X	X
P11- Pitanga da Estrada II	9269910	262712	063601	350846	29/12/2004 Equipado	70 m	X	X	X
P12- Pitanga da Estrada III	9270620	262742	063538	350845	29/11/2004 Parado	22 m	X	X	X
P13- Pitanga da Estrada IV	9269959	263449	063600	350822	29/11/2004 Equipado	60 m	X	X	X
P14- Camaratuba	9265639	265762	063821	350707	29/11/2004 Feminado	110 m	X	X	X
P15- Hortigranjeiro (Camaratuba)	9267622	266751	063717	350635	30/11/2004 Equipado	100 m	X	X	X
P16- Camaratuba	9267265	265062	063728	350730	30/11/2004 Equipado	86 m	X	X	X
P17- Cajazeiras	9264425	263469	063900	350822	30/11/2004 Parado	56 m	X	X	X
P18- Imbiribeira	9262690	263072	063957	350835	30/11/2004 Equipado	65 m	X	X	X
P19- João Pereira	9261932	259136	064021	351043	30/11/2004 Equipado	30 m	X	X	X
P20- Cidade Nova	9245546	263583	064914	350821	30/11/2004 Equipado	61 m	X	X	X
P21- Pau Darco	9251833	263718	064550	350816	30/11/2004 Equipado	60 m	X	X	X
P22- Itapessirica III	9243632	261601	065016	350926	30/11/2004 Não instalado	36 m	X	X	X
P23- Brejinho	9260785	256078	064057	351223	30/11/2004 Equipado	27 m	X	X	X
P24- Pitanga da Estrada	9269772	262894	063606	350840	Sem dados	46 m	Dnocs	X	X
P25- Capim	9254650	262038	064418	350910	Sem dados	28 m	Dnocs	X	X
P26- João Pereira	9262012	259148	064018	351043	Sem dados	35 m	Dnocs	X	X
P27- João Pereira	9261980	258749	064019	351056	Sem dados	33 m	Dnocs	X	X
P28- Brejinho	9261351	255648	064039	351327	Sem dados	32m	Dnocs	X	X
P29- Polícia Rodoviária Federal	9245377	263584	064920	350821	Sem dados	28 m	Dnocs	X	X
P30- Camaratuba	9266525	265150	063752	350727	Sem dados	86 m	Cidagro	X	X
P31- Rua Areia II	9241872	263139	065114	350836	Sem dados	10 m	Cdrn	X	X
P32- Barra de Camaratuba	9274232	263857	063341	350808	Sem dados	151 m	Cdrn	X	X
P33- Alto Zabele	9245383	264935	064920	350737	Sem dados	47 m	Cdrn	X	X

P34-Itapiricirica	9243427	260491	065023	351002	Sem dados	50 m	Dnocs	X	X
P35-Polícia Rodoviária Federal	9261355	263513	064040	350821	Sem dados	40 m	Dnocs	X	X
P36- Camaratuba	9274107	263858	063345	350808	Sem dados	120 m	Cidagro	X	X
P37- Rua Areia I	9241044	263572	065141	350822	Sem dados	21 m	Cdm	X	X
P38-	9251861	263740	64549	350815	Sem dados	60 m	X	X	X
P39-	9265729	265800	063818	350706	Sem dados	96 m	X	X	X
P40-	9243180	260216	065031	351011	Sem dados	50 m	X	X	X
P41-	9269990	263445	063559	350822	Sem dados	51 m	X	X	X
P42-	9242941	268785	065040	350532	Sem dados	20 m	X	X	X
P43- Rio do Banco I	9242724	268387	065047	350545	Sem dados	55 m	X	X	X
P44- Rua da Areia I	9242888	263564	065041	350822	Sem dados	X	X	X	X
P45- Barra de Camaratuba	9274232	263919	063341	350806	Sem dados	X	X	X	X
P46- Barra de Camaratuba II	9267484	266653	063721	350638	Sem dados	X	X	X	X
P47- João Pereira	9261889	259149	064022	351043	Sem dados	X	X	X	X
P48- Hortifrutigranjeiro	9267638	266775	063716	350634	Sem dados				
P49- Com. Tabuleiro	9241524	267809	065126	350604	Sem dados	63 m	X	X	X
P50- Brejinho II	9260769	256081	064058	351223	Sem dados	X	X	X	X
P51-Pindobal	9242571	268357	065052	350546	Sem dados	X	X	X	X
P52 Posto Fiscal do Guaju	9279005	266174	063106	350652	Sem dados	95 m	X	X	X