



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

THAMIRES CAROLAYNE CAVALCANTI MOURA

**CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA NAS COMUNIDADES BENEFICIADAS  
PELO SISAR ALTO PAJEÚ, EM PERNAMBUCO**

**CARUARU**

**2024**

THAMIRES CAROLAYNE CAVALCANTI MOURA

**CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA NAS COMUNIDADES BENEFICIADAS  
PELO SISAR ALTO PAJEÚ, EM PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de concentração: Tecnologia ambiental.

Orientador: Dr. Artur Paiva Coutinho

Caruaru

2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Moura, Thamires Carolayne Cavalcanti.

Caracterização socioeconômica nas comunidades beneficiadas pelo Sisar Alto Pajeú, em Pernambuco / Thamires Carolayne Cavalcanti Moura. - Recife, 2024.

96f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, 2024.

Orientação: Artur Paiva Coutinho.

Coorientação: Severino Martins dos Santos Neto.

Inclui referências e apêndice.

1. Recursos hídricos; 2. Saneamento rural; 3. Abastecimento de água. I. Coutinho, Artur Paiva. II. Neto, Severino Martins dos Santos. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

THAMIRES CAROLAYNE CAVALCANTI MOURA

**CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA NAS COMUNIDADES BENEFICIADAS  
PELO SISAR ALTO PAJEÚ, EM PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestrado em Engenharia Civil e Ambiental.

Área de concentração: Tecnologia ambiental.

Aprovada em:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Artur Paiva Coutinho (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

---

Prof. Dr. Severino Martins dos Santos Neto (Coorientador)

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

---

Profa. Dra. Silvanete Severino da Silva (Examinadora externa)

Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE

---

Prof. Dr. Antonio Celso Dantas Antonino (Examinador externo)

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho de mestrado a todas as vidas das comunidades rurais que partiram sem testemunhar a chegada da água, mas que levaram consigo a esperança de um futuro abundante. Que este esforço contribua para transformar essa esperança em realidade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela paz que excede todo entendimento e pela força que me sustentou até aqui: “Para que todos vejam, e saibam, e considerem, e juntamente entendam que a mão do Senhor fez isto”.

Aos meus pais, pela confiança, amor incondicional e incentivo na educação.

Ao meu filho Davi, que é a melhor parte de mim. Um dia ao ler esses agradecimentos, saber que foi meu maior incentivo.

À minha rede de apoio, em especial minha prima Renata Lima e tia Graça, pelo apoio e companheirismo ao longo dessa jornada, cuidando do que é mais valioso para mim (Davi).

Ao meu orientador Artur Coutinho, por toda paciência, ensinamentos e oportunidades acadêmicas e profissionais.

Ao meu coorientador Severino Martins, pela paciência, parceria e amizade.

À professora Elizabeth Pastich pela receptividade, acolhimento e compreensão frente as minhas dificuldades.

À minha amiga Krystal Notato, minha mentora de vida, por todos os ensinamentos e parceria.

À Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de Pernambuco por todo o suporte.

Ao SISAR Alto Pajeú e toda sua equipe.

À equipe da Gerência Geral de Obras da SRHS, em especial os meus chefes Mauro Lacerda e Assis Ferreira.

Às minhas amigas que a SRHS me presenteou: Ana Maria, Nathalia Bandeira, Hellen Xavier, Amanda Prado, Marinalda e Ana Lucia.

Aos professores e secretário Marcelo do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental.

"O sertanejo é, antes de tudo, um forte." (CUNHA, 1993, p. 51)

## RESUMO

Diante dos elevados índices de desabastecimento de água em comunidades rurais, é crucial a implantação de soluções adaptadas e eficazes que promovam a eficiência e autossustentabilidade, a fim de garantir o acesso à água para população rural. Inspirando-se no Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) do estado do Ceará, o governo do estado de Pernambuco, adotou a iniciativa do SISAR. Neste cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto da implantação do Sistema Integrado de Saneamento Rural em comunidades rurais do Sertão do Pajeú, em Pernambuco, conhecer o padrão socioeconômico das comunidades beneficiadas, verificar o impacto financeiro e social causado nas comunidades e analisar a eficiência da operação dos sistemas de abastecimento de água. Para tanto, a pesquisa consistiu em um estudo de caso por meio da aplicação de um método misto com a combinação de abordagens qualitativas e quantitativas de pesquisa, através da aplicação de questionário aplicados com o *google forms* com as metodologias *survey* e discurso do sujeito coletivo. Por meio das respostas e relatos obtidos nas entrevistas que foram aplicadas junto a 91 pessoas residentes em todas as comunidades abastecidas pelos 18 sistemas operados pelo SISAR Alto Pajeú, fica evidente a melhoria na qualidade de vida da população em diversos aspectos, mostrando que o SISAR preenche um vácuo institucional existente nos âmbitos de operação, manutenção e gestão dos sistemas no meio rural do Brasil, garantindo o acesso a um dos direitos mais básicos dos cidadãos. Todas as melhorias relatadas remetem a validação e aprovação do modelo de autogestão que é o SISAR Alto Pajeú.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos. Saneamento rural. Abastecimento de água. Políticas públicas.

## **ABSTRACT**

*Given the high rates of water shortages in rural communities, it is crucial to implement adapted and effective solutions that promote efficiency and self-sustainability, in order to guarantee access to water for the rural population. Taking inspiration from the Integrated Rural Sanitation System (SISAR) of the state of Ceará, the government of the state of Pernambuco started the SISAR initiative. In this scenario, the present work aimed to evaluate the impact of the implementation of the Integrated Rural Sanitation System in rural communities in Sertão do Pajeú, in Pernambuco, to understand the socioeconomic standard of the benefited communities, to verify the financial and social impact caused in the communities and to analyze the efficiency of the operation of water supply systems. To this end, the research consists of a case study through the application of a mixed method with the combination of qualitative and quantitative research approaches, through the application of a questionnaire applied with Google Forms with survey methodologies and collective subject discourse. Through the answers and reports obtained in the interviews that were carried out with 91 people living in all the communities supplied by the 18 systems operated by SISAR Alto Pajeú, the improvement in the population's quality of life in several aspects is evident, showing that SISAR fulfills an institutional package existing in the areas of operation, maintenance and management of systems in rural Brazil, guaranteeing access to one of the most basic rights of citizens. All reported improvements refer to the validation and approval of the self-management model that is SISAR Alto Pajeú.*

**Keywords:** *Water resources. Rural sanitation. Water supply. Public policies.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Delimitação do semiárido Brasileiro .....	19
Figura 2 - Soluções para abastecimento rural.....	21
Figura 3 - Barragem de Algodões, em Salgueiro - PE .....	22
Figura 4 - Registro de Cisterna tipo calçadão .....	24
Figura 5 - Sistemas de Dessalinização por osmose reversa.....	25
Figura 6 - Plataforma de Saneamento Rural de Pernambuco.....	31
Figura 7 - Linha do tempo do SISAR em Pernambuco .....	32
Figura 8 - SISAR's operando em Pernambuco .....	33
Figura 9 - Arranjo institucional do SISAR PE .....	34
Figura 10- Densidade populacional por setores censitários.....	40
Figura 11- Sistemas de abastecimento de água operando .....	42
Figura 12- SAA de Ipojuca, em Arcoverde .....	43
Figura 13- Quantidade de moradores por residência .....	49
Figura 14- Quantidade de crianças por família.....	49
Figura 15- Famílias beneficiárias de programas de transferência de renda.....	50
Figura 16- Renda das famílias abastecidas pelo SISAR Alto Pajeú.....	51
Figura 17- Nível de escolaridade dos entrevistados.....	53
Figura 18- Existência de sistema de esgotamento sanitário .....	54
Figura 19- Tempo de residência na comunidade .....	56
Figura 20- Tempo de abastecimento com a água do SISAR Alto Pajeú .....	57
Figura 21- Realização de melhorias na residência após a chegada da água .....	58
Figura 22- Fonte de abastecimento de água antes da chegada do SISAR.....	59
Figura 23- Deslocamento até a antiga fonte de água.....	60
Figura 24- Quem realizava o percurso para buscar a água? .....	62
Figura 25- Meio de transporte utilizado para realizar o deslocamento em busca de água .....	62
Figura 26- Armazenamento da água.....	65
Figura 27- Avaliação do valor da tarifa paga ao SISAR .....	66
Figura 28- Levantamento de compensação financeira de adesão ao SISAR .....	67
Figura 29- Percepção da comunidade quanto a mudança na saúde das pessoas após a chegada da água.....	68
Figura 30- Quantidade de dias na semana com abastecimento .....	71
Figura 31- Suficiência da água distribuída .....	72
Figura 32- Abastecimento de reservatório quando o sistema opera .....	73
Figura 33- Finalidade no uso da água.....	74
Figura 34- Levantamento se os participantes consideram justo o valor da conta de água .....	75
Figura 35- Você acha justo o valor da ajuda de custo do operador? .....	76
Figura 36- Avaliação de comunicação com o SISAR .....	77
Figura 37- Avaliação da qualidade da água .....	78
Figura 38- Avaliação da operação do sistema .....	79
Figura 39- Agilidade para retornar à operação em situações de interrupção .....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
MIDR	Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional
NMSB	Novo Marco Legal do Saneamento Básico
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNSR	Programa Nacional de Saneamento Rural
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SISAR	Sistema Integrado de Saneamento Rural
SRHS	Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento
SESAN	Secretaria Executiva de Saneamento

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	OBJETIVO GERAL.....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO .....	17
3.1	SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL.....	17
3.2	SANEAMENTO BÁSICO NA REGIÃO SEMIÁRIDA .....	18
3.3	TENCOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO .....	20
3.3.1	Reservatórios .....	22
3.3.2	Cisternas .....	23
3.3.3	Águas subterrâneas .....	24
3.4	SANEAMENTO RURAL .....	26
3.4.1	Sistema Integrado de Saneamento Rural .....	29
3.4.2	Autogestão .....	29
3.4.3	Plataforma de Saneamento Rural de Pernambuco .....	30
3.5	SISAR EM PERNAMBUCO.....	32
3.6	FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DO SISAR COMO POLÍTICA PÚBLICA .....	36
3.6.1	Método do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC).....	37
3.6.2	Método Survey .....	38
4	METODOLOGIA.....	39
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	39
4.2	SELEÇÃO DE AMOSTRAS .....	43
4.3	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO .....	44
4.4	ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO .....	45
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
5.1	Respostas do Questionário .....	48
5.1.1	Padrão socio-econômico das comunidades beneficiadas pelo SISAR .....	48
5.1.2	Avaliação dos impactos financeiros e sociais nas comunidades que foram beneficiadas pelo SISAR.....	55

5.1.3 Avaliação de eficiência da operação dos sistemas de abastecimento do SISAR .....	70
6 CONCLUSÕES .....	82
REFERÊNCIAS.....	84

## 1 INTRODUÇÃO

A busca pela universalização do acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil foi intensificada após a promulgação da Lei Nº14.026/2020, que trata sobre o Novo Marco Legal do Saneamento Básico (NMSB) (BRASIL, 2020). Sendo assim, o novo marco possui como principal objetivo, a ampliação e qualificação dos serviços prestados no setor do saneamento público.

Dessa forma, se estabeleceu metas, dentre elas a garantia que 99% da população esteja sendo atendida com a prestação de serviço de água potável, e 90% da população com o serviço de coleta e tratamento de esgoto, até 31 de dezembro de 2033. Neste sentido, o Novo Marco impõe que o poder público promova o saneamento em todas regiões do País, em especial, camponeses, quilombolas, indígenas, ribeirinhos, extrativistas e outros, pois somente assim, a meta poderá ser alcançada.

Neste contexto, deve ser considerado que o Brasil possui má distribuição dos recursos hídricos, diversidades regionais, bem como, suas diferentes características climáticas deve ser consideradas. No caso das regiões que são semiáridas, as características climáticas e hidrogeológicas agravam ainda mais os problemas atrelados à oferta do serviço de abastecimento de água (CAIÇARA et al., 2022).

Características como elevadas taxas de evapotranspiração, elevada incidência solar e altas temperaturas, associado a distribuição irregular e baixas precipitações, dificultam o acúmulo superficial de água. Além disso, o embasamento cristalino diminui as possibilidades de reservas hídricas subterrâneas. Esses fatores comprometem as fontes hídricas naturais da região. Para agravar esta situação, é esperado que as alterações climáticas aumentem a temperatura e reduzam a precipitação na região nos próximos anos (RODRIGUES et al., 2022).

No âmbito rural a prestação do serviço se torna ainda mais difícil e custosa devido a ocupação difusa das habitações e distância de mananciais, tornando a dependência das comunidades para com o poder público mais intensa (GARRIDO et al., 2016). Assim, pode-se observar que as tecnologias usuais ainda possuem dificuldades para se integrarem e alcançarem à população rural.

Objetivando alcançar essa parcela da população que por muitas vezes é considerada invisível, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) (BRASIL,

2013) firmou a necessidade da implantação de um programa que tratasse propriamente da realidade do Saneamento Rural e assim, ficou definido como o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) (BRASIL, 2019). O PNSR foi lançado em 2019, sendo de responsabilidade do Ministério da Saúde por meio da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), possuindo uma estrutura que se baseia no desenvolvimento de tecnologias e na participação da sociedade por meio da educação ambiental que é uma ferramenta primordial na implantação de ações adequadas e customizadas para o saneamento básico no âmbito rural.

Paralelo a isso, o governo do estado do Ceará criou o Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), em o governo do estado do Ceará criou o Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) em 1996, objetivando facilitar o desenvolvimento e manutenção dos sistemas de abastecimento rurais implantados pela CAGECE de forma autossustentável, reduzindo o índice de desabastecimento em comunidades rurais do Estado (CASTRO et al., 2021)

Por sua vez, o governo do estado d Pernambuco, em ação conjunta com a Companhia Pernambucana de Saneamento (Compesa), implantou o SISAR, com a finalidade de caracterizar a autogestão dos sistemas de abastecimento de água por parte das comunidades. Atualmente existem dois SISAR's operando em Pernambuco, os quais, juntos, já somam 32 sistemas simplificados de abastecimento de água.

Anterior à chegada do SISAR, as pessoas que residiam nas comunidades beneficiadas dependiam do acúmulo de água superficial ou subterrâneo, e em decorrência das condições climáticas e geológicas da região, a população não possuía acesso à água na maior parte do ano. Para Castro et al. (2021), possuir água tratada possibilita aumento os indicadores de desenvolvimento humano, tais como: as dimensões longevidade e educação, as quais se mostraram superiores quando se comparou com municípios que tinham o SISAR.

Assim, sabendo da importância da chegada da água na residência das pessoas que até então dependiam de fontes alternativas e não seguras de abastecimento, se faz necessário investigar as mudanças causadas na vida da população que foi beneficiada com os sistemas de abastecimento de água que hoje são operados pelo SISAR Alto Pajeú, dentro de um modelo de autogestão.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o impacto da implantação do Sistema Integrado de Saneamento Rural em comunidades rurais do Sertão do Pajeú, em Pernambuco.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- I. Conhecer o padrão socioeconômico das comunidades beneficiadas pelo SISAR Alto Pajeú;
- II. Verificar o impacto financeiro e social causado nas comunidades que foram beneficiadas;
- III. Analisar a eficiência da operação dos sistemas de abastecimento do SISAR.

### **3 REFERÊNCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL E NA REGIÃO NORDESTE**

A Lei Federal 1.445/2007 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, a qual determina a composição do conjunto de infraestruturas e instalações mínimas. Entre elas, os serviços de abastecimento público de água potável; coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, além da limpeza urbana e o manejo correto dos resíduos sólidos (BRASIL, 2007).

Em 2013 foi publicado o Decreto nº 8.141/2013, o qual dispôs sobre a criação do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), bem como sobre os grupos interministeriais responsáveis pelo acompanhamento das atividades propostas no plano que tem como finalidade estabelecer metas, ações e diretrizes para a colaboração do crescimento e a prestação dos serviços de saneamento básico no Brasil (BRASIL, 2013).

Foi em conformidade com o Decreto nº 8.141/2013, também foi publicada a Portaria Interministerial 571/2013, aprovando o PLANSAB. O PLANSAB é o principal instrumento de planejamento e orientação para os agentes públicos e privados e, assim, as obrigações de funcionamento do PLANSAB foram atribuídas ao Ministério das Cidades, entretanto, este Ministério foi extinto em 2019 e suas tarefas foram transferidas para o atual Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR). Desta forma, como consta no plano institucional do Governo Federal, o saneamento básico é uma das áreas que competem ao MIDR, conforme a Lei nº 13.844/2019 (BRASIL, 2013; BRASIL, 2019).

Já em 2020, houve a atualização do NMSB, por meio da Lei Federal 14.026 (BRASIL, 2020), tendo como objetivo principal a universalização do acesso à água e qualificação dos serviços prestados no setor. Conforme preconizado, os contratos de prestação dos serviços de saneamento públicos deverão implantar metas para garantir que até 31 de dezembro de 2033 a cobertura do serviço de água potável seja de 99% e a cobertura do serviço de coleta e tratamento de esgoto seja 90% (BRASIL, 2020)). O NMSB ainda prevê a dilatação do prazo para a data de 01 de janeiro de 2040 para os casos onde o serviço de saneamento seja regionalizado e haja inviabilidade econômica de atendimento até o primeiro prazo.

Conforme o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o Brasil possui 203.062.512 habitantes e de acordo com o Painel de Indicadores do SNIS (2022), 84,92% de toda população é atendida com água potável e deste percentual somente 56,00% é atendida com esgoto.

Na região Nordeste, a situação é a mais agravante, já que os números caem drasticamente, já que, somente 76,86% da população total é atendida com água potável e 31,36% com a coleta de esgotos. Notadamente, os índices de cobertura de saneamento na região do Nordeste estão abaixo da média nacional, evidenciando a precariedade do serviço nessa região.

De fato, no Pernambuco, segundo estado mais populoso da região Nordeste, 86,65% da população total é abastecida com água e 34,20% de seus habitantes são atendidos com a coleta de esgotos (SNIS, 2022). Contudo, o investimento médio anual por parte dos Estados do nordeste é, aproximadamente, três vezes menor do que a média nacional, entretanto, o estado de Pernambuco, por sua vez, possui um valor intermediário, refletindo um panorama melhor quando comparado com a sua macrorregião (SNIS, 2018).

Neste cenário, é importante destacar que a qualidade do saneamento básico está diretamente ligada com a qualidade de vida da população e com a saúde pública. Segundo o DATASUS (2018), no ano de 2018 os órgãos públicos registraram 233.880 casos de doenças de veiculação hídrica que progrediram para internamento, dos quais foram gerados o custo aproximado de R\$ 90,2 milhões. No Nordeste, por exemplo, foram registradas 109.072 internações com custo médio equivalente de R\$ 39,5 milhões, sendo entre estas internações, crianças e os adolescentes entre 5 e 19 anos os mais afetados (DATA SUS, 2020).

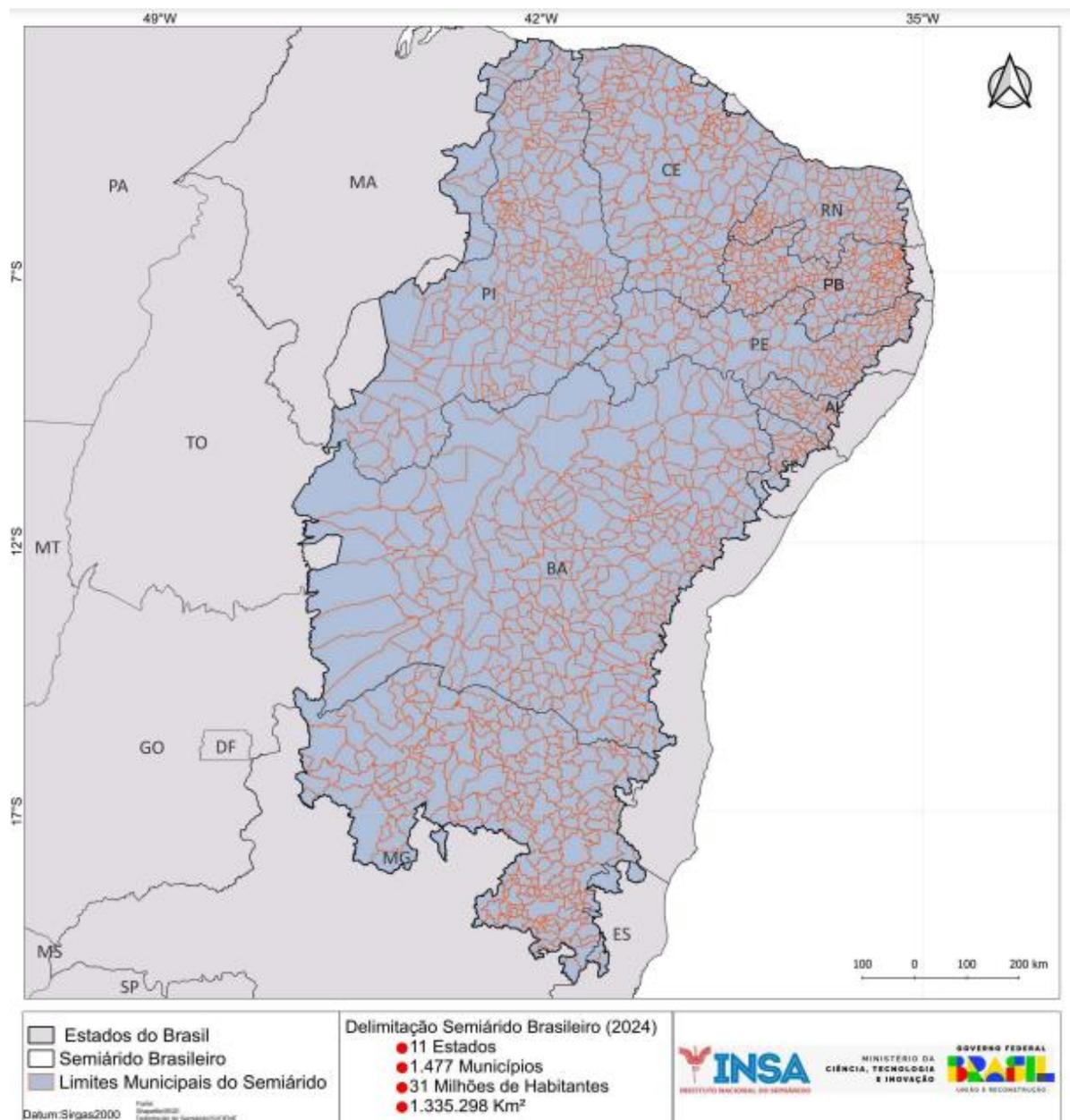
Conforme o Instituto Trata Brasil (,2018) as internações por doenças de veiculação hídrica geram um custo médio per capita de R\$ 361,00, enquanto o investimento per capita para serviços de saneamento é de aproximadamente R\$ 42,76 para a área urbana.

### 3.2 O CLIMA SEMIÁRIDO

O Brasil possui uma área de 1.128.697 km<sup>2</sup> caracterizada com o clima semiárido (Figura 1). Esta área é delimitada atendendo os critérios preconizados pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), onde a precipitação

média anual deve ser inferior a 800 mm, o Índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 e o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (SUDENE, 2017a; SUDENE, 2017b). Assim, a incidência do clima semiárido se faz presente em regiões que se estendem ao longo dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e o norte de Minas Gerais.

Figura 1 - Delimitação do semiárido Brasileiro



Fonte: INSA, 2024.

A região semiárida do Nordeste, por sua vez, é considerada pobre em escoamento de águas superficiais, este fato se justifica em razão da má distribuição

e variabilidade das chuvas, bem como pelas características geológicas, uma vez que, que seus solos são rasos e com predominância de rochas cristalinas, fazendo com que haja baixa infiltração e armazenamento de água no solo da calha (CIRILO, 2008).

Assim, a parcela acumulada no subsolo em relação ao volume precipitado não é suficiente para acumular e a sua formação geológica não contribui para a recarga dos reservatórios subterrâneos, os quais que deveriam alimentar os corpos superficiais em períodos de estiagem (RABELO et al., 2021).

Além disto, os ecossistemas encontram-se vulneráveis as mudanças climáticas, seja pelos baixos índices pluviométricos, seja pelas altas temperaturas que afetam diretamente todo o habitat local. De fato, a região tem sua aridez intensificada ao longo dos últimos anos, assim, tanto a disponibilidade hídrica como a gestão de recursos hídricos no semiárido apresentam-se como um problema complexo que, por sua vez, encontram-se associados diretamente com os problemas socioeconômicos da região (CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2010; TOMASELLA et al., 2018).

Conforme Caiçara et al. (2022), devido as características climáticas e econômicas da região semiárida, os problemas atrelados ao saneamento básico se agravam, entretanto, nos últimos cinco anos a oferta do serviço de abastecimento de água vem avançando, trazendo também visibilidade para as questões de esgotamento sanitário.

### 3.3 TECNOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

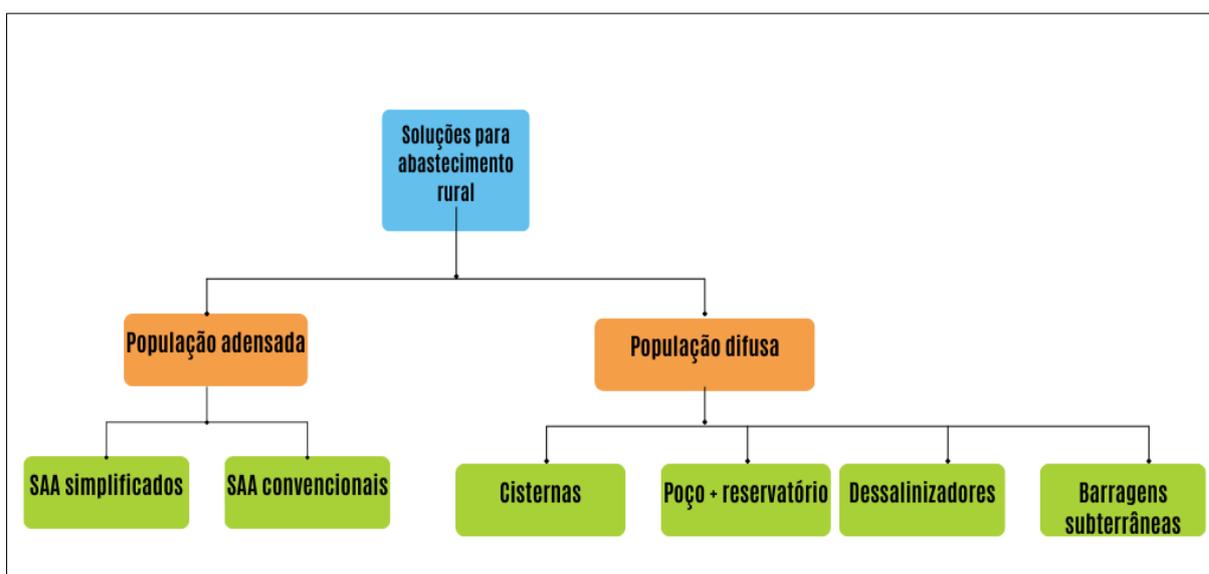
Os fatores físicos da região semiárida exigem uma atenção especial das políticas públicas no que tange as dificuldades enfrentadas pela população que sofre com as variabilidades climáticas, mais especificadamente nos períodos de estiagem, tornando-a fragilizada economicamente. No início da década de 90 os debates sobre novas práticas relacionadas à estiagem no semiárido foram levantados, com a percepção de que não é possível acabar com a seca, mas que é possível aplicar práticas de convivência com o semiárido (ALMEIDA e FALCÃO, 2020).

Nesse contexto, as inovações tecnológicas também conhecidas como tecnologias sociais, foram aplicadas à convivência com o semiárido e se dedicam a busca de solucionar problemas de cunho social de maneira fácil e com baixo custo associado. Desta forma, as inovações tecnológicas surgem para auxiliar a gestão dos

recursos hídricos, sendo elas voltadas para captação, armazenamento e uso racional da água (DA SILVA e BRITO, 2023).

Tratando-se do âmbito rural, algumas soluções podem ser adotadas a depender do arranjo das comunidades, que podem possuir residências difusas ou mais adensadas. As soluções de convivência com o semiárido, em áreas rurais podem ser visualizadas da Figura 2.

Figura 2 - Soluções para abastecimento rural.



Fonte: Própria autora, 2024.

A implantação de sistemas de abastecimento de água que garantem a água na torneira das residências, por muitas vezes possuem um custo elevado em decorrência da distância entre o ponto de captação e a comunidade, bem como a distância entre as residências. Assim, a implantação de sistemas de abastecimento de água é financeiramente viável quando as residências são em seu arranjo mais adensadas. Quando as residências são mais dispersas, torna-se mais viável a implantação de sistemas mais pontuais e individualizados, mitigando assim o custo com rede de distribuição.

Nesse contexto, em julho de 2011 por meio do Decreto Federal nº 7.535, surgiu o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água – Água para todos. Esse programa tem como finalidade a promoção da universalização do acesso à água no âmbito rural, para o consumo humano e produção de alimentos (BRASIL, 2011).

A região do semiárido se tornou a principal área de atuação do programa, por ser uma região que possui precariedade no abastecimento de água, tornando a população vulnerável socialmente. Assim, o programa contribuiu com a universalização do acesso a água por meio da implantação de quatro modelos de infraestrutura hídrica, sendo eles: os barreiros (barragens de pequeno porte) e três tipos de cisternas, para produção, os sistemas coletivos de abastecimento e as para captação de água da chuva, onde as duas primeiras dispõem de água para a produção agropecuária e as duas últimas para o consumo humano (BRASIL, 2011).

### 3.3.1 Reservatórios e/ou Açudagem

Objetivando a redução dos danos oriundos do déficit hídrico, ao final do século 19 surgiram registros de construção de reservatórios ou açudes no semiárido nordestino. Conforme Marengo (2008), foi construído o primeiro açude do Brasil, no estado do Ceará, o qual ficou conhecido como açude do Cedro. A sua capacidade de armazenamento de água impressionava a todos, o qual pode atingir 126 milhões de metros cúbicos de água. Em Pernambuco, o primeiro reservatório construído foi o Dique de Afogados, construído no leito do rio Capibaribe em meados de 1638 (SANTOS, 2018).

De acordo com a ANA (2019), os reservatórios são construídos para garantir a segurança hídrica das bacias hidrográficas e minimizar os impactos dos períodos de seca e cheia, armazenando água em períodos de precipitações e liberando o volume armazenado nos períodos de estiagem, regularizando as vazões (Figura 3).

Figura 3 – Barragem de Algodões, em Salgueiro - PE



Fonte: Própria autora, 2024.

Para a região semiárida, os açudes, que são reservatórios de pequeno porte, são extremamente importantes devido aos baixos índices pluviométricos, permitindo o armazenamento de água para abastecer milhares de famílias. De acordo com Malvezzi (2007): “O semiárido brasileiro é hoje uma das regiões mais “açudadas” do planeta, pois são aproximadamente 70.000 açudes construídos. Os pequenos e médios açudes, com volumes compreendidos entre 10.000 e 200.000 m<sup>3</sup>, representam 80% dos corpos de água nos estados do Nordeste”.

Estes reservatórios também estão localizados em regiões onde a distribuição pluviométrica ao longo do ano é ruim e, associando a alta taxa evaporação com a pluviosidade concentrada em alguns meses do ano, tem-se um quadro de alta probabilidade de colapso destes reservatórios antes do próximo período chuvoso (MARENGO et al, 2017).

### 3.3.2 Cisternas

A cisterna trata-se de uma tecnologia simples, de baixo custo e fácil replicação, adaptada ao semiárido, cujo objetivo é armazenar água para o consumo (ALMEIDA e FALCÃO, 2020). Esta têm sido uma tecnologia muito utilizada para armazenamento de água da chuva captada por telhado e têm auxiliado no abastecimento doméstico

da população rural e urbana no Semiárido (SANTANA, 2015). Uma cisterna de armazenamento de água por telhado pode ser visualizada na Figura 4.

Figura 4 – Registro de Cisterna tipo calçadão



Fonte: Agência GOV, 2024.

A aplicação dessa técnica ganhou impulso e visibilidade na década de 90 por meio da implantação de programas governamentais que fomentaram a construção de cisternas rurais, principalmente a de placas (ZANELLA, 2014). Nesse contexto, a água da chuva auxilia na melhoria das condições de vida da população, sendo armazenada em períodos chuvosos e utilizada no período de estiagem (SILVA et al., 2017).

Para viabilizar o uso da água da chuva, evitando que haja a contaminação, técnicas de desvio automático da primeira água da chuva vêm se mostrando eficiente quanto à eliminação de coliformes totais e fecais, reduzindo até 99% da contaminação (ALVES et al., 2014). Também é comum estas cisternas serem abastecidas por caminhões tanque pipa em períodos não chuvosos, onde o critério de distribuição de água nas cisternas é de 20L/pessoa/dia (SILVA et al., 2016).

### 3.3.3 Águas subterrâneas

O potencial para exploração de água subterrâneas no Nordeste é limitado em decorrência da predominância do embasamento cristalino. Os poços que são

perfurados no cristalino apresentam, na maioria das vezes, baixa vazão e grandes quantidades de sais (ZANELLA, 2014).

Conforme Asfora et al. (2017), a região do nordeste é carente de água dentro dos padrões de potabilidade e em quantidades satisfatórias. Diversas localidades são abastecidas com águas que apresentam altos teores de sais e são inadequadas para o consumo humano, limitando assim, o desenvolvimento da região. Desta maneira, a dessalinização tem sido uma alternativa amplamente utilizada em regiões a fim de reduzir a escassez hídrica (LAFAYETTE, 2021).

No estado de Pernambuco, somente 13,6% é constituído por bacias sedimentares, todo o restante é compreendido por embasamento cristalino (ANA, 2006). Assim sendo, as águas subterrâneas se apresentam quase sempre, em classes entre salinas e salobras.

Conforme Jones et al. (2019), a dessalinização, realizada por sistemas dessalinizadores (Figura 5) consiste no método aplicado para realizar a subtração de grande parte dos sais minerais das águas que são salobras, tornando-as doces e consumíveis. Ainda conforme o autor, o processo de dessalinização mais difundido é a Osmose Reversa, sendo este um processo que possui um alto consumo de energia, mas que vem se tornando cada dia mais eficiente frente ao desenvolvimento de membranas mais resistentes.

Figura 5 – Sistemas de Dessalinização por osmose reversa



Fonte: Da autora, 2024.

Neste sentido, com mais de 80% do estado de Pernambuco compreendido por cristalino (ANA, 2006), tornou-se fundamental o investimento por parte dos Governos em sistemas de dessalinização, que possuem um custo de implantação e manutenção consideravelmente elevado, mas que é a opção para tornar a água salobra em potável, própria para o consumo por parte da população rural, frequentemente por meio de chafariz.

Ainda se tratando de águas subterrâneas, a implantação de barragens subterrâneas no semiárido brasileiro contribui de maneira positiva no que tange abastecimento de populações rurais. A construção das barragens subterrâneas se dão em solos aluviais e o estado de Pernambuco apresenta consideráveis áreas de solos aluviais, assim, possuindo potencial para aproveitamento das águas subterrâneas através da construção de barragens subterrâneas (DA SILVA FILHO et al, 2020).

### 3.4 SANEAMENTO RURAL

Historicamente, o saneamento foi pensado para atender as necessidades dos centros urbanos que surgiram na Inglaterra, em meados do século XIX diante do surgimento da Revolução Industrial, assim, tradicionalmente, os engenheiros iam se formando e pensando em soluções para resolver as demandas dos grandes centros urbanos, marginalizando os problemas da zona rural (CHAVES et al., 2019).

No Brasil pode-se verificar a mesma situação, um foco predominante em prover soluções para a zona urbana em detrimento das zonas rurais, zonas estas que ficaram marcadas por um cenário de doenças relacionadas ao saneamento, por exemplo, a malária e a doença de Chagas (ROLAND et al., 2020; CHAVES et al., 2019).

A zona rural, sem perspectiva diante das políticas públicas, começou a receber atenção somente a partir de 1918, quando foi criada a Liga Pró Saneamento do Brasil. Surgiu então a primeira política pública que incluía a população rural, atuando por meio da implantação de postos de profilaxia rural. Entretanto, a evolução do saneamento no Brasil foi muito lenta, no segundo governo de Getúlio Vargas, no ano de 1952, mais de 1500 municípios brasileiros ainda não possuíam serviços básicos de abastecimento de água (ROLAND et al., 2020; CHAVES et al., 2019).

Contudo, a evolução do setor foi muito lenta, sendo a história do saneamento no Brasil pós-colonização caracterizada pela insuficiência de infraestruturas sanitárias (ROLAND et al., 2020). No segundo governo de Getúlio Vargas, em 1952, mais de 1500 municípios brasileiros, de um total de 1900, ainda não dispunham sequer de serviços de abastecimento de água (ROLAND et al., 2020).

Tradicionalmente, o setor do saneamento básico priorizou a sua atuação na área urbana em detrimento da área rural, visto que cada um deles apresentam exigências diferentes, especialmente, socioeconômicas. No saneamento urbano as ações são mais coletivas devido a densidade populacional, já no âmbito rural é necessário lidar com a população difusa, com pequenas comunidades, grandes distancias de mananciais e outras dificuldades, o que por muitas vezes traz à tona a necessidade de ações individualizadas de saneamento (DA CRUZ et al., 2020).

Desta forma, o olhar do poder público foi, ao longo dos anos na história brasileira, voltado para as necessidades de áreas mais urbanizadas e que possuíssem viabilidade financeira (FUNASA, 2019). As comunidades nas regiões rurais, por sua vez, são as mais prejudicadas com o saneamento básico ineficaz e insuficiente. No mundo, oito a cada dez pessoas que ainda não são beneficiadas pela prestação de serviço de abastecimento de água vivem em comunidades rurais (WHO, 2019).

Neste contexto, o Ministério da Saúde delega a Fundação Nacional de Saúde (Funasa), o qual é o órgão federal sob a responsável da implementação de ações de saneamento em áreas rurais de todos os municípios brasileiros, através do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). O PNSR foi lançado em 2019, o qual constitui uma estrutura baseada no desenvolvimento de tecnologias e da participação da sociedade por intermédio da educação ambiental, sendo uma ferramenta crucial na implantação de ações adequadas para o saneamento básico no âmbito rural.

Educação e Participação Social, assim como a Gestão dos Serviços, representam medidas estruturantes, por serem promotoras da sensibilização dos usuários sobre seus direitos e deveres, bem como a forma de alcançá-los. Também por viabilizarem apoio técnico e pedagógico qualificados aos operadores dos serviços e por proporcionarem a qualificação dos gestores técnicos e administrativos (BRASIL, 2019, p. 23).

No setor do saneamento básico a análise de viabilidade econômica tem sido preponderante em relação às demais questões: sociais, políticas, ambientais e culturais. Assim, a implantação de redes de distribuição de água não é executada em diversas localidades rurais pelas concessionárias de saneamento em decorrência da relação custo e benefício, resultado da dispersão das residências e da distância em relação aos mananciais (BORJA e MORAES, 2020; FANTIN et al., 2021).

Assim, é fundamental que sejam adotadas, quando necessário, a adoção de uma abordagem diferenciada, a fim de contemplar as comunidades rurais com saneamento básico, considerando, por exemplo, tecnologias sociais inovadoras apropriadas.

Corroborando com as pesquisas sobre saneamento rural, Resende, Ferreira e Fernandes (2018) realizaram análise dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, comparando os resultados obtidos de 2009 e 2014, verificaram uma evolução na baixa cobertura de serviços de saneamento no âmbito rural, onde em 2009 32,8% das residências rurais estavam ligadas em redes de abastecimento de água, com canalização interna ou não, já no ano de 2014 esse valor subiu para 33,4%.

Os autores supracitados identificaram outras residências rurais, utilizando água de outras fontes, o que correspondeu a 66,6%, estas fontes podem ser poços, chafarizes ou cursos de água que não possuem tratamento adequado e podem ser não potáveis.

### 3.4.1 Sistema Integrado de Saneamento Rural

O Sistema Integrado de Saneamento Rural, nomeado de SISAR, surgiu no Estado do Ceará, que possui 80% do seu território inserido na região do Semiárido, o qual possui baixos índices de abastecimento de água em zonas rurais, em termos quantitativos, o que corresponde a aproximadamente 1.700.000 pessoas sem a prestação do serviço de abastecimento de água (CAGECE, 2014).

Objetivando a redução dos indicadores negativos acerca do Saneamento Rural, foi criado no ano de 1996 o Sistema Integrado de Saneamento Rural do Ceará (SISAR/CE), sendo uma associação civil de direito privado, sem fins lucrativos e formada pelas associações das comunidades filiadas, estabelecido por meio de um acordo de cooperação entre o Banco *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW), o Banco Mundial e o Governo do Estado do Ceará, sendo a Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE) o órgão executor das ações, e o Governo Federal o avalista (ALVES, 2015).

Assim, o SISAR foi instituído para garantir o funcionamento dos sistemas de abastecimento rurais, sendo responsável pela operação, manutenções, pequenas extensões de rede e autogestão voltada para a autosustentabilidade (GARRIDO et al, 2016).

O SISAR é um fruto da necessidade da criação de políticas públicas customizadas para atender as necessidades do saneamento básico rural, levando em consideração as questões ambientais, tecnológicas e educativas, bem como as relacionadas à gestão e a sustentabilidade (CAMARGO, 2022).

O drama social da escassez hídrica nas regiões do semiárido brasileiro vem se perpetuando durante os períodos de seca. Nestes períodos, mulheres e crianças dedicam-se a caminhar por longas distâncias, em climas quentes, pela busca da água (CAMARGO, 2022). Estima-se que ao menos dois terços da população rural do Nordeste ainda se encontrem em tal situação (ALVES, ARAÚJO, 2016), desta maneira, o SISAR surgiu para viabilizar o fornecimento de água para essa parte da população que encontra-se desabastecida, por meio da autogestão.

### 3.4.2 Autogestão

As obras de saneamento básico, por se tratar de obras de infraestrutura, possuem um alto custo associado, onde o retorno do investimento ocorre a médio e longo prazo, por isso, estes investimentos são preferencialmente aplicados nos centros urbanos, onde há uma densidade populacional maior, reduzindo assim o tempo de retorno financeiro do valor investido (RODRIGUES, 2022).

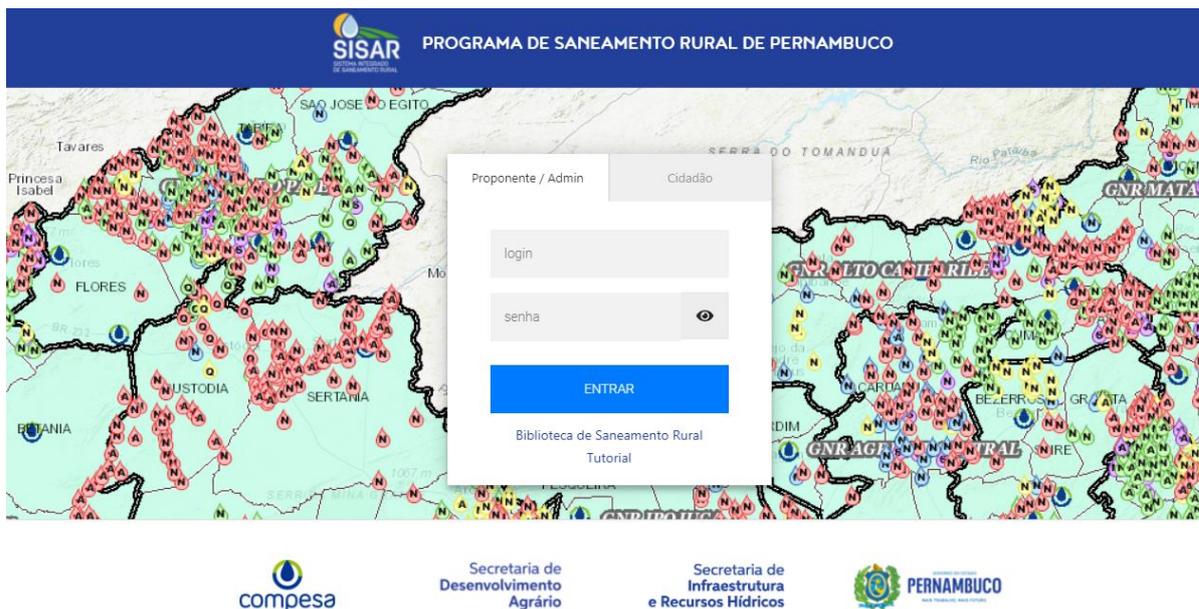
As comunidades rurais, por sua vez, devido à baixa densidade habitacional, não são atrativas para o investimento das concessionárias de água. Frente a essa realidade que marginaliza as famílias rurais, o PNRS indica que para as comunidades rurais sejam aplicadas, preferencialmente, tecnologias que possuam baixo custo, com recorrentes casos de aplicação e que a manutenção e operação dos sistemas que possam ser realizadas pelos próprios comunitários beneficiados, sem que haja a necessidade de operadores capacitados, inseridos no contexto de autogestão (BRASIL, 2019).

Assim, conforme Rodrigues (2022), para que o saneamento rural se torne uma realidade é fundamental a implantação de políticas públicas que objetivem o incentivo a autogestão dos sistemas de saneamento, tornando as próprias comunidades capazes de garantir a sustentabilidade da prestação do serviço por meio da cobrança de tarifas customizadas para o contexto rural.

#### 3.4.3 Plataforma de Saneamento Rural de Pernambuco

Para realização de diagnóstico da atual situação de abastecimento da área rural de Pernambuco, foi desenvolvida pelo Governo do Estado de Pernambuco a Plataforma de Saneamento Rural por meio de uma parceria entre a Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos (atual Secretária de Recursos Hídricos e Saneamento - SERH), Secretaria de Desenvolvimento Agrário e a Compesa (Figura 6).

Figura 6 – Plataforma de Saneamento Rural de Pernambuco



Fonte: Governo de Pernambuco, 2024.

Desta forma, por meio da Plataforma de Saneamento Rural de Pernambuco, a tecnologia vem sendo uma aliada do Saneamento Rural, auxiliando no diagnóstico da situação atual do abastecimento das comunidades rurais do Estado e identificando as principais necessidades e prioridades.

A plataforma que é preenchida por dados auto declarados é aberta aos cidadãos para realizações de consultas. Órgãos e entidades públicas e representantes comunitários podem solicitar acesso para realizar o cadastro de comunidades rurais e suas respectivas informações, como nome da comunidade, município, dados de georreferenciamento das comunidades, situação atual de água e esgoto, fonte hídrica mais próxima, quantidade de imóveis/famílias, e outras informações que auxiliem a realizar o diagnóstico da respectiva comunidade.

Atualmente, no primeiro semestre de 2024, existiu 7.244 comunidades rurais cadastradas na plataforma, destas somente 5.093 indicaram qual a atual situação de abastecimento, onde somente 462 são abastecidas pela Compesa, 421 são abastecidas pela própria comunidade, 1.018 são abastecidas por meio de carro-pipa, 949 são abastecidos pelo município ou Sistema Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), 49 são abastecidas pelo SISAR e 2.194 encontram-se sem abastecimento.

Por ser uma plataforma que ainda vem sendo difundida, ainda existem muitas comunidades que não foram cadastradas, logo, esse número pode variar com o passar dos dias.

### 3.5 SISAR EM PERNAMBUCO

Baseado no SISAR do estado do Ceará, o governo do estado de Pernambuco, em ação conjunta com a Compesa, iniciou a implantação e operação do SISAR PE, conforme linha do tempo na Figura 7, objetivando a implantação do modelo de autogestão em sistemas de abastecimento de água, contribuindo com a universalização do saneamento rural.

Figura 7 - Linha do tempo do SISAR em Pernambuco



Fonte: Adaptado de SRHS, 2024.

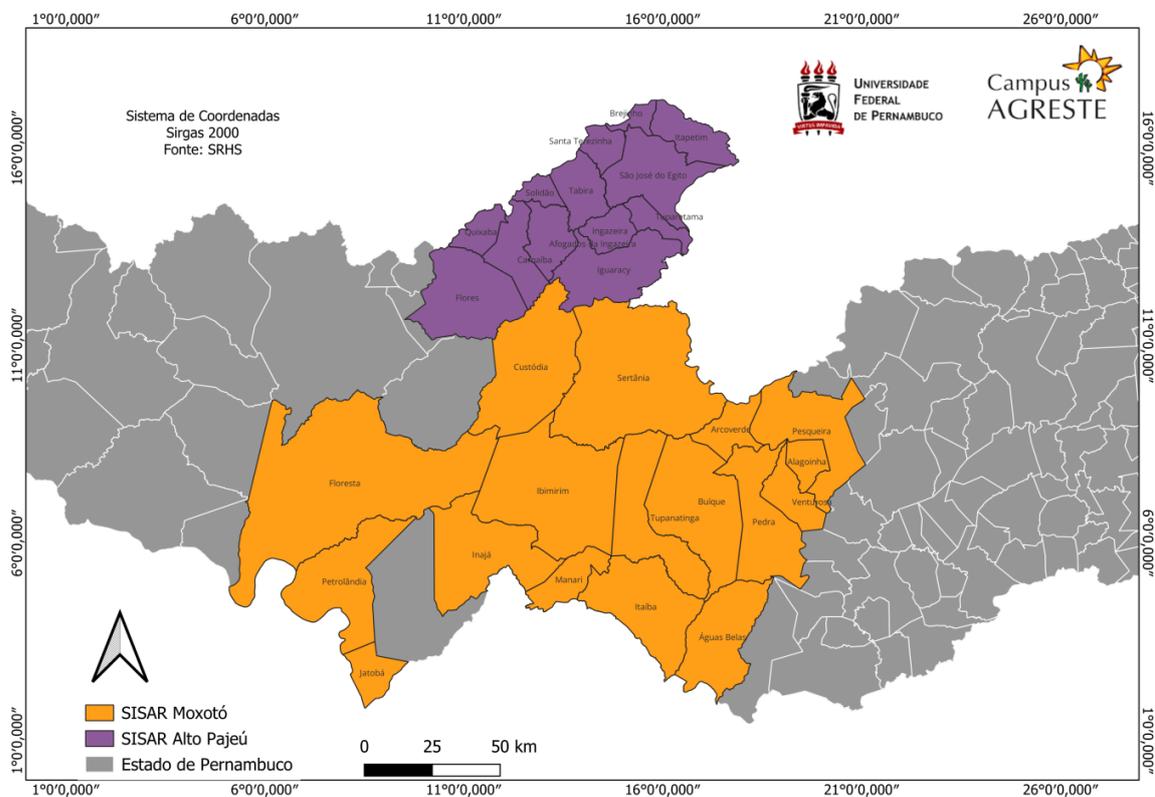
Foi inaugurada em 20 de dezembro de 2020 a primeira unidade do SISAR no estado, sendo o SISAR Moxotó, que contou com um investimento de R\$40 milhões, a princípio contemplando os municípios de Arcoverde, Buíque, Custódia, Ibimirim, Itaíba, Manari, Pedra, Sertânia, Tupanatinga e Venturosa, e almejando atender a aproximadamente 120 mil pessoas em 622 comunidades (SISAR, 2021). Hoje o SISAR Moxotó teve sua área de abrangência expandida, atendendo também os

municípios de Alagoinha, Inajá, Jatobá, Floresta, Águas Belas, Petrolândia e Pesqueira, passando a atuar em 17 municípios (Figura 8).

Desta forma, o SISAR Moxotó funciona como uma *startup* que é incubada pela Gerência Regional da Compesa em Arcoverde, possuindo CNPJ, estatuto social e protocolo de intenção de cooperação técnica em conjunto com a Companhia e a, a Secretaria da Infraestrutura (Seinfra), atual, Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento (SRHS) e Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) (SEINFRA, 2021).

Já em 21 de julho de 2021 foi realizada a fundação do SISAR Alto Pajeú, no município de Afogados da Ingazeira. O SISAR Alto Pajeú abrange treze municípios e é incubado pela Gerência Regional da Compesa no Município de Afogados da Ingazeira, possuindo também CNPJ, estatuto social e protocolo de intenção (SISAR, 2021). O SISAR Alto do Pajeú abrange os municípios de Afogados da Ingazeira, Brejinho, Carnaíba, Flores, Igaracy, Ingazeira, Itapetim, Quixaba, Santa Terezinha, São José do Egito, Solidão e Tabira (Figura 8).

Figura 8 – SISAR's operando em Pernambuco



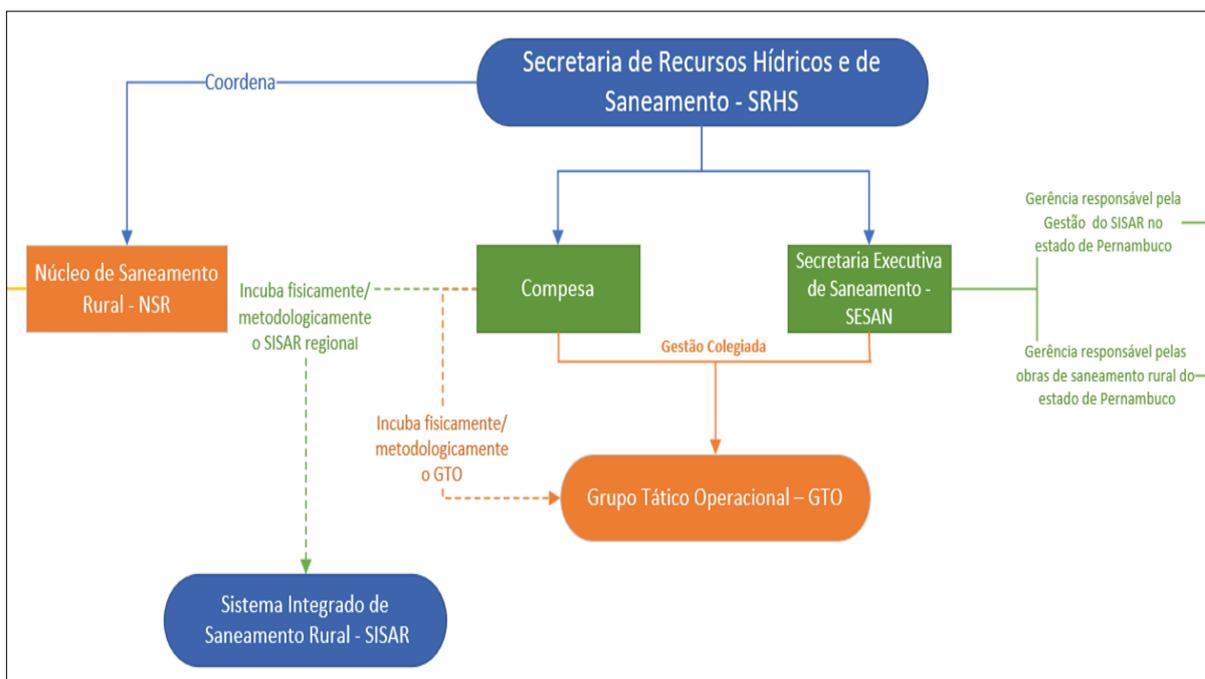
Fonte: Adaptado de SRHS, 2024.

Desta forma, no estado de Pernambuco, atualmente existem dois SISAR's operando com sistemas de abastecimento de água. E outros 4 SISAR's vem sendo alvo do Governo do Estado, onde 2 já foram fundados entretanto ainda não estão operando.

Entre os fundados, o SISAR São Francisco, que já possui estatuto e diretoria formada, encontra-se aguardando a construção/adaptação da sede que será nas dependências da Compesa, sua incubadora, e o SISAR Central/Araripe, que também possui estatuto e diretoria formada, já conta com sede. Ambos aguardam a viabilização da implantação de *software* comercial e formação de equipe administrativa e operacional, os quais, já possuem obras previstas ainda para o ano de 2023 a serem implantadas pela SRHS-PE e também intenção de captar obras rurais já concluídas para realizar a gestão e operação.

Os outros dois SISAR's alvo do Governo de Pernambuco, são os SISAR Mata Sul e o SISAR Agreste Central que ainda não foram fundados, mas já foram iniciadas as devidas mobilizações para tal. Além disso, o SISAR/PE possui um arranjo institucional bem definido, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Arranjo institucional do SISAR PE



Fonte: SRHS, 2024.

No arranjo institucional é possível observar que a SRHS, por meio da Compesa e da Secretaria Executiva de Saneamento (SESAN), coordenam e realizam a gestão dos principais elementos envolvidos para a concretização do objetivo do SISAR.

### 3.5.1 Sistemas de Abastecimento em Operação do SISAR Pernambuco

Atualmente, ambos os SISAR's, Moxotó e Alto Pajeú, já possuem sistemas operando. No SISAR Moxotó, 16 sistemas de abastecimento rurais estão sendo operados e gerenciados pelo SISAR, possuindo um quantitativo de 5.589 ligações ativas.

Já no SISAR Alto Pajeú são 18 sistemas abastecimento que estão ligados ao SISAR, onde destes, somente 16 encontram-se operando e faturando, os demais estão com obras em andamento ou etapa de finalização (Tabela 1).

Tabela 1 – Sistemas de Abastecimento Rurais do SISAR Alto do Pajeú em Operação

<b>Sistemas</b>	<b>Quantidade de residências</b>	<b>Quantidade de ligações</b>
Santo Antônio 2	125	121
Barro Branco	92	87
Gangorra	94	90
Sítio leitão	144	128
Olho d'água	121	117
Curral Velho dos Pedros	167	162
Massapê	36	36
Fortuna	125	114
Poço dos Dantas	52	36
Felipe	151	142
Clarinha	75	66
Poço de Pedra	220	213
Carnaúba dos Nunes	86	81
Barrenta e Salgado	55	54
Araras	500	Obra em andamento
Nova cacimbinha	73	67
Gregório	196	196
Complexo Aroeiras	207	Obra em andamento

Fonte: Adaptado de SRHS, 2024.

Dos 16 SAA's que estão sendo gerenciados e operados pelo SISAR Alto Pajeú, soma-se nas comunidades o quantitativo de 2.041 residências com ligações de água ativas.

### 3.6 FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DO SISAR COMO POLÍTICA PÚBLICA

Por muito tempo acreditava-se que a questão da seca estava somente associada aos fenômenos climáticos, entretanto, é necessário considerar outros fatores de natureza humana e institucional, uma vez que para mitigar a precariedade do acesso a água no semiárido é preciso uma ação integrada e dinâmica (DE ANDRADE E NUNES, 2014). Buscando garantir a convivência no semiárido brasileiro, há mais de um século a região é alvo da implantação de políticas públicas de abastecimento de água para a população, entretanto, os objetivos almejados ainda não foram alcançados.

Neste sentido, as políticas públicas surgem para mudar as condições vigentes, classificadas como negativas, dentro de uma sociedade, não sendo sempre tão fácil a implantação dessas políticas em decorrência da diversidade e desigualdade presente nas mais diversas regiões do país (BATISTA E DOMINGOS, 2017; JANNUZZI, 2022).

Uma vez que um problema social é identificado, uma política pública é estudada, aprovada e implantada, e após a implantação, espera-se que os resultados da intervenção sejam apresentados e, conseqüentemente, se faz necessário voltar-se para a avaliação, sendo este o último estágio de um ciclo de políticas públicas (BATISTA E DOMINGOS, 2017).

Para realização de uma avaliação de política pública em um ponto de vista democrático, é necessária a aplicação de um método que seja capaz de ouvir a todos os atores envolvidos, para que seja possível compreender a complexidade dos interesses, opiniões e valores (LAISNER et al., 2021).

Assim, na execução de avaliação de políticas públicas e educação ambiental, é importante que no executar do levantamento seja aplicado os métodos mistos. Para Creswell e Clarck (2015) e Fetters e Molina (2017), a importância de pesquisa com métodos mistos se dá pelo fato dela auxiliar na resposta a perguntas que nem a abordagem qualitativa nem a quantitativas, sozinhas, conseguiriam responder de forma completa e satisfatória, assim, a principal característica é a integração de abordagens objetivando obter uma compreensão mais abrangente sobre uma determinada linha de investigação.

### 3.6.1 Método do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC)

No que tange a abordagem qualitativa, o método do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC) se mostra pertinente. Uma vez que esse método permite a identificação e o agrupamento de pensamentos e opiniões individuais, com sentidos similares presentes, em um determinado tempo e espaço, e que são vivenciadas por determinado grupo, sociedade ou cultura (LEFÈVRE, 2017). Assim, por meio do DSC é possível formular questões abertas e aplicar a comunidade de interesse e avaliar os aspectos positivos e negativos de determina política pública. No Quadro 1 são apresentadas as etapas do processamento dos DSC.

Quadro 1 - Procedimentos do processamento dos Discursos do Sujeito Coletivo

<b>Etapa</b>	<b>Procedimento</b>	<b>Descrição</b>
1	Obtenção dos depoimentos	Realização e transcrição das entrevistas.
2	Redução do discurso	Seleção dos conteúdos verbais mais significativos.
3	Busca do sentido, por meio das ideias centrais (IC) e das ancoragens (AC)	As ICs são os sentidos presentes nos depoimentos de cada resposta e nos conjuntos de respostas de indivíduos diferentes que apresentam sentido semelhante ou complementar. As ACs são fórmulas sintéticas que descrevem as ideologias, os valores, as crenças, presentes no material verbal das respostas individuais ou das agrupadas, entendidas como marcas linguísticas de generalidade. Todos os depoimentos têm IC, contudo alguns apoiam-se em AC.
4	Processo de categorização	Realizado de modo indutivo, a partir da síntese de elementos semelhantes presentes nas ICs e ACs dos respectivos depoimentos.
5	Elaboração do DSC	Reunião das Expressões-Chaves cujas ICs e/ou ACs foram agrupadas em uma categoria.

Fonte: Adaptado de Silva et al.( 2021).

Deste modo, para Silva et al. (2021, p. 8) “resultado da aplicação do DSC é a formulação de textos que expressam discursos em comum para a coletividade de sujeitos individuais pesquisados, possibilitando a observação destes como um sujeito coletivo”. Por meio desse método, é possível expor os resultados das perguntas dissertativas presentes no questionário, formuladas para extrair os sentimentos e pensamentos dos entrevistados.

Nascimento et al. (2022) aplicaram a metodologia do discurso do sujeito coletivo em seu estudo sobre tecnologias sociais de esgotamento sanitário aplicadas na Amazônia. Em Pernambuco, Santana (2015) aplicou a mesma metodologia para

realizar a avaliação do gerenciamento da cisterna calçadão, enquanto tecnologia ambiental utilizada por famílias de agricultores no semiárido de Pernambuco.

### **3.6.2 Método Survey**

No que tange o levantamento de dados quantitativos para embasar a avaliação, além da consulta de relatórios e extratos administrativos e gerenciais, o *survey* se mostra eficiente, consistindo em um método de pesquisa abrangente que é aplicado com o intuito de coletar e descrever o entendimento das pessoas, visando entender um determinado aspecto da população analisada (WOHLIN et al., 2012). É válido destacar que neste tipo de pesquisa, a pessoa que responde não é identificável, sendo essa uma das relevantes características de pesquisas de opinião acerca de uma determinada temática, sendo amplamente aplicado na devolutiva das políticas públicas.

Cruz (2015) ao realizar a análise das dimensões técnico-infraestrutural e econômico-financeira no contexto do efeito do acesso à água em uma comunidade beneficiada pelo SISAR/CE, utilizou metodologia similar, podendo verificar a redução da vulnerabilidade das famílias beneficiadas.

A metodologia também foi aplicada por Cruz (2019) em um estudo de campo no intuito de coletar dados antes e depois da intervenção de implantação do modelo do SISAR no estado do Ceará, proporcionando o entendimento do modelo de gestão e seus impactos nas condições de acesso à água.

## 4 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, fez-se necessário a aplicação de um método misto para a realização da pesquisa, também conhecido por triangulação metodológica, que representa uma abordagem onde o pesquisador realiza a coleta de informações e produz inferências por meio da combinação de abordagens qualitativas e quantitativas de pesquisa.

Deste modo, a presente pesquisa consiste em um estudo de caso que avaliou o impacto causado nas comunidades localizadas no Alto Pajeú que receberam água e que estão sobre a gestão do SISAR Alto Pajeú, através da coleta informações por meio de um conjunto de entrevistas estruturadas aplicadas em um universo de residências beneficiadas com a prestação do serviço.

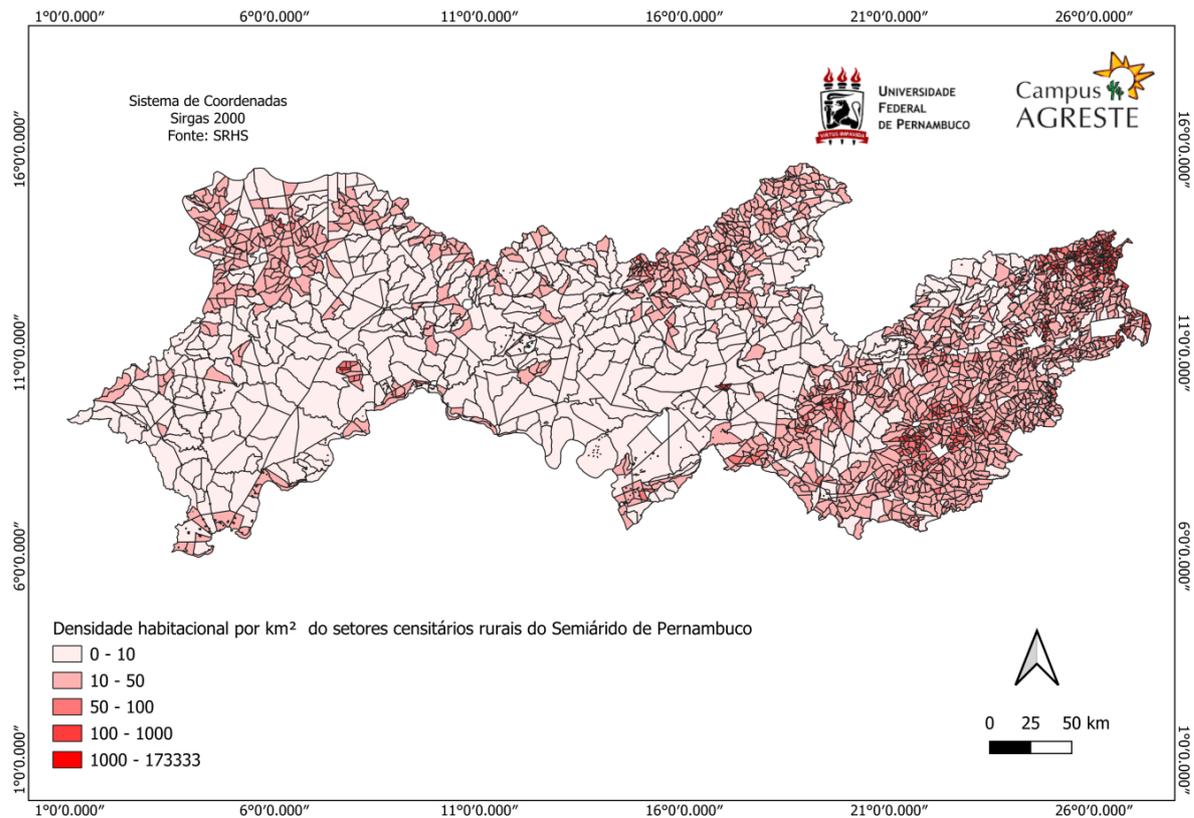
O questionário que compõe a entrevista possui 40 questões, onde destas, 5 são abertas (qualitativas) para que o entrevistado expresse sua opinião de maneira dissertativa, para estas questões foi utilizado o método Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), e as questões fechadas (quantitativas) foram realizadas pelo método Survey.

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

Conforme dados do IBGE (2022), o estado de Pernambuco possui uma população de 9.058.155 pessoas, sendo o sétimo estado mais populoso do Brasil e com base no Painel de Indicadores do SNIS (2021) a população rural do Estado de Pernambuco era de aproximadamente 1.908.773 pessoas.

Por meio dos dados disponibilizados pelo IBGE (2010) referentes aos setores censitários, é possível analisar a densidade habitacional destes setores rurais para o semiárido de Pernambuco, onde conforme o mapa da Figura 10, a maioria dos setores censitários rurais apresentam entre 0 e 100 habitantes por quilômetro quadrado.

Figura 10 – Densidade populacional por setores censitários



Fonte: Adaptado de IBGE, 2010.

Conforme a Figura 10, nota-se que a região do Alto Pajeú possui uma densidade habitacional por km<sup>2</sup> na zona rural entre 50-100 na maior parte do território, sendo assim, é de suma importância a adoção de soluções de abastecimento de água para a população residente nessa região. Neste contexto, o SISAR surgiu como um modelo favorável a permanência de residência das pessoas na zona rural, reduzindo o êxodo rural.

Assim, o presente estudo foi aplicado nos sistemas que se encontram operando no SISAR Alto Pajeú, conforme a Tabela 3 e Figura 11. Todos os sistemas foram incluídos na pesquisa para que fosse possível obter um *continuum temporal*, desta forma sistemas que estão operando há aproximadamente 8 anos serão estudados, bem como, sistemas que estão operando há menos de 6 meses. A grande maioria dos sistemas possuem captação na Adutora do Pajeú, que se trata de uma adutora que transporta a água da transposição do Rio São Francisco para municípios do Sertão do Pajeú, sendo uma adutora operada pela Compesa. Ainda conforme a

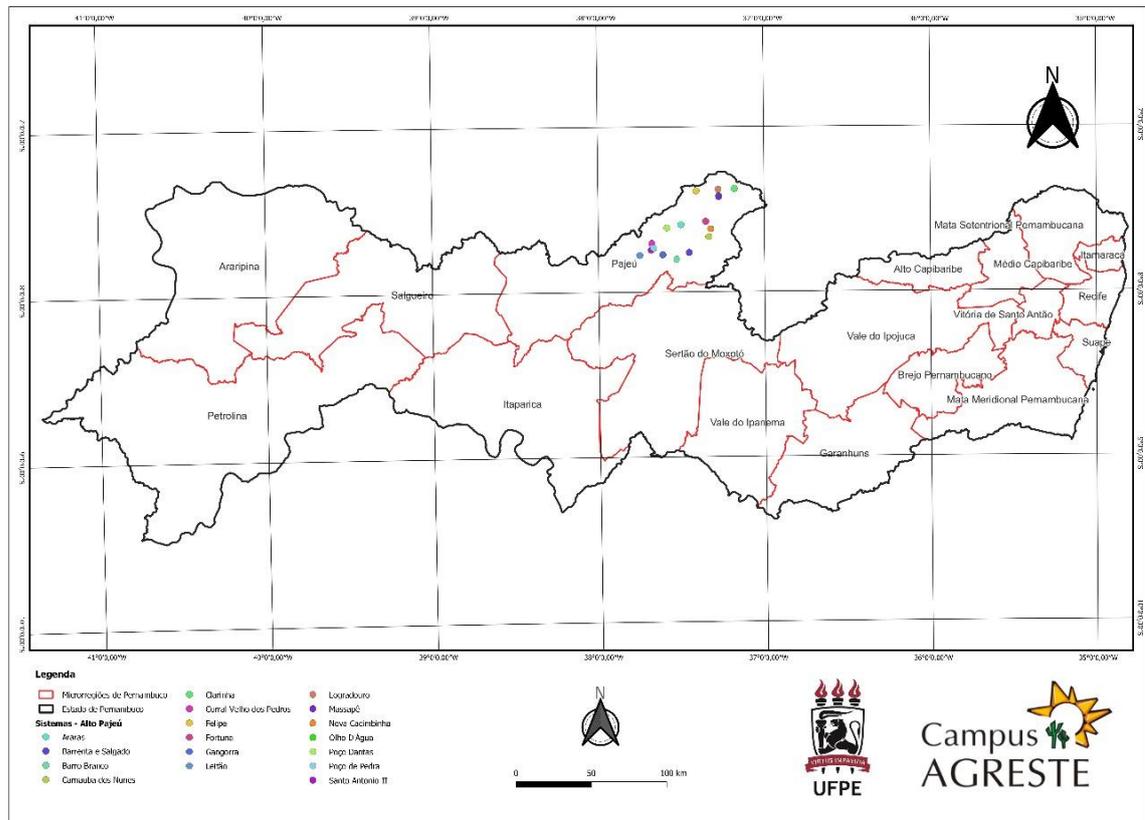
Tabela 2, a maioria das obras foram implantadas pelo Governo do Estado de Pernambuco, por meio da Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento.

Tabela 2 – Características dos sistemas

<b>Sistemas</b>	<b>Mês/Ano da entrega do sistema</b>	<b>Tipo de Captação</b>	<b>Órgão/Ação Responsável pela Construção</b>
Santo Antônio II	Jun/2016	Adutora do Pajeú	ProRural
Barro Branco	Out/2022	Adutora do Pajeú	SRHS
Gangorra	Out/2022	Adutora do Pajeú	SRHS
Leitão	Out/2022	Adutora do Pajeú	SRHS
Olho D'Água	Out/2022	Adutora do Pajeú	Compesa
Curral Velho dos Pedros	Out/2022	Adutora do Pajeú	SRHS
Massapê	Dez/2022	Adutora do Pajeú	SRHS
Fortuna	Nov/2022	Adutora do Pajeú	SRHS
Poço Dantas	Dez/2022	Poço	SRHS
Felipe	Dez/2022	Adutora do Pajeú	SRHS
Clarinha	Nov/2022	Adutora do Pajeú	Compesa
Poço de Pedra	2024	Adutora do Pajeú	Compesa
Carnaúba dos Nunes	Dez/2023	Adutora do Pajeú	SRHS
Barrenta e Salgado	Jan/2024	Manacial de Superfície (Barragem)	SRHS
Nova Cacimbinha	Dez/2023	Adutora do Pajeú	SRHS
Gregório	Jun/2024	Adutora do Pajeú	SRHS

Fonte: SISAR Alto Pajeú, 2023.

Figura 11 – Sistemas de abastecimento de água operando



Fonte: Própria autora, 2024.

Os SAA's possuem Estações de Tratamento de Água (ETA's) customizadas para o contexto rural, com filtração e cloração e com capacidade e eficiência para tratar as demandas das comunidades contempladas. Um exemplo de layout da ETA dos SAA's pode ser observado Figura 12

Figura 12– SAA de Ipojuca, em Arcoverde



Fonte: SISAR Alto Pajeú, 2023.

#### 4.2 SELEÇÃO DE AMOSTRAS

No SISAR Alto Pajeú foram contabilizadas 2.041 ligações de água ativas nos SAA's durante o período de estudo. Assim, em decorrência do significativo número de ligações ativas, e conseqüentemente, significativo número de famílias a serem entrevistadas, será necessário realizar o estudo por meio de amostragem probabilística.

Quanto à amostragem probabilística, Costa (2015) considera que a seleção dos elementos amostrais é aleatória e fazendo com que todos os elementos tenham a mesma possibilidade real e igual de participar da amostra selecionada. Vale complementar que somente mediante o processo de amostragem probabilística é possível a realização de inferências generalizáveis para toda a população com base na respectiva amostra estudada.

O método de amostragem probabilística escolhido foi o sem reposição, onde nele cada elemento sorteado irá integrar a amostra apenas uma única vez, após sorteado, não irá integrar mais a respectiva população (SILVA, 2004).

Desta forma, as amostras serão extraídas dentro do universo do conjunto das comunidades. O cálculo de tamanho de amostra foi realizado baseado na estimativa da média populacional (Equação 01)

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{E}\right)^2 \quad (01)$$

Na qual,  $n$  é o número de indivíduos na amostra,  $Z_{\alpha/2}$  é o valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado,  $\sigma$  é o desvio padrão populacional da variável estudada e  $E$  é a margem de erro.

A amostra de cada comunidade selecionada foi determinada arbitrando um grau de confiança de 95% e uma margem de erro de 10%. Portanto, foram realizadas entrevistadas com 91 famílias beneficiadas com os Sistemas de Abastecimento de Água do SISAR do Alto do Pajeú.

#### 4.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Para a aplicação do questionário de avaliação do SISAR foi aplicado o método conhecido como bola de neve (*snowball sampling*), que consiste em uma técnica de amostragem não probabilística, em que os indivíduos selecionados para serem estudados indicam novos participantes de sua rede de contatos (GHALJAIE; NADERIFAR; GOLI, 2017). Este método também foi aplicado por Araujo et al. (2024) ao realizarem um estudo no âmbito do Sistema Integrado de Saneamento Rural no estado do Piauí.

O questionário foi aplicado de maneira remota, utilizando-se da ferramenta do *Google Forms*, foi enviado para os grupos das associações das comunidades que são abastecidas pelo SISAR e o período de respostas dos formulários foi entre as datas de 08/05/2024 e 21/05/2024.

No *google forms*, as respostas são armazenadas em uma planilha e conforme vão sendo recebidas podem ser consultadas. As informações extraídas pela aplicação do formulário são armazenadas em nuvem protegidas pela infraestrutura de

segurança do Google (ALMEIDA et al., 2023). A partir da planilha gerada com as respostas do questionário, é possível gerar gráficos e tabelas que auxiliem na interpretação dos dados obtidos.

O uso do questionário online trouxe uma facilidade significativa no que diz respeito a dispersão das residências dentro das comunidades, que possuem por sua vez uma característica de não adensamento, bem como, distância dentre as próprias comunidades que se encontram distribuídas em 10 municípios diferentes, pertencentes ao Sertão do Alto Pajeú.

#### 4.4 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

O questionário foi elaborado com as questões divididas em blocos de acordo com sua categoria, conforme o Quadro 2 a seguir, onde cada categoria corresponde a um objetivo específico do presente estudo, resultando no questionário presente no quadro 3.

Quadro 2 – Metas para o questionário

<b>Objetivo Específicos</b>	<b>Metas</b>	<b>Resultados Esperados (Produtos)</b>	<b>Meio de Verificação</b>
1. Conhecer o padrão socio-econômico das comunidades beneficiadas pelo SISAR	Identificar o perfil e as rendas das famílias beneficiadas	Traçar o perfil socio-econômico das famílias	Entrevistas semiestruturada
2. Verificar o impacto financeiro e social causado nas comunidades que foram beneficiadas pelo SISAR	Identificar como as famílias lidavam com o desabastecimento de água e quais mudanças ocorreram com a chegada da água	Verificação das mudanças após a chegada da água	Entrevistas semiestruturada
3. Analisar a eficiência da operação dos sistemas de abastecimento do SISAR	Identificar como os sistemas vêm sendo operados e a satisfação das famílias	Verificação da qualidade de operação e satisfação	Entrevistas semiestruturada

Fonte: Própria autora, 2024.

Quadro 3 – Questionário a ser aplicado junto à amostra selecionada

Categoria	Questão
1. Conhecer o padrão socioeconômico das comunidades beneficiadas pelo SISAR	Quantas pessoas residem no imóvel?
	Quantas crianças há na casa?
	A família é beneficiária de algum programa de transferência de renda? Se sim, qual?
	Qual a renda da família?
	Você possui banheiro em casa?
	O banheiro fica dentro ou fora da residência?
	Você possui fossa?
	Nível de escolaridade
2. Verificar o impacto financeiro e social causado nas comunidades que foram beneficiadas pelo SISAR	Há quanto tempo você reside nesse imóvel?
	Quanto tempo passou sem água?
	Há quanto tempo está recebendo água?
	Realizou melhorias na infraestrutura da casa após a chegada da água?
	Qual era a fonte de abastecimento da família?
	Coletavam água fora do perímetro do domicílio? Se sim, quanto tempo era gasto com o deslocamento?
	Qual a distância aproximada entre a residência e a antiga fonte de água?
	Quais pessoas realizavam esse deslocamento?
	O tempo que era gasto no deslocamento, hoje vem sendo destinado à o que?
	Qual o meio de transporte utilizado para o deslocamento?
	Em caso de carro pipa, quantos metros cúbicos eram comprados, quanto tempo durava e qual era o valor pago?
	Onde a água era armazenada?
	Você utiliza alguma outra fonte de água além do SISAR?
	Atualmente, qual o valor pago ao SISAR?
	Você vem adotando alguma medida para economizar água?
	Você acha que financeiramente compensou aderir ao SISAR? Você está economizando?
	O dinheiro que está sendo economizado, vem sendo destinado para alguma outra coisa?
	Você notou alguma mudança na saúde das pessoas após a chegada da água?
Qual a principal mudança que a chegada da água causou na sua vida/rotina?	
3. Analisar a eficiência da	Sobre o abastecimento na sua residência: Quantos dias chega água na sua casa?

operação dos sistemas de abastecimento do SISAR	A quantidade de água que chega e na frequência que chega, tem sido o suficiente?
	Quando a água chega em sua residência, você enche algum reservatório?
	Você utiliza a água para alguma outra finalidade sem ser doméstica?
	Você acha o valor da tarifa, um valor justo?
	E o valor que é pago ao operador?
	Como você avalia a ação conjunta entre o SISAR e a comunidade?
	Como você avalia a qualidade de água do SISAR?
	Você acha que a operação do sistema é adequada?
	Quando ocorre uma interrupção no abastecimento em dia de operação em decorrência de algum problema, é solucionado rápido?
	Em sua opinião, o que poderia ser melhorado no modelo do SISAR?
	Como você avalia a comunicação junto ao SISAR?

Fonte: Própria autora, 2024.

As perguntas do questionário foram transferidas para o *Google Forms* onde as opções de respostas variam em resposta únicas de assinalar e respostas abertas, conforme o APÊNDICE A.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realidade do saneamento rural não é descrita com facilidade em decorrência das suas diversas dimensões nos âmbitos socioeconômicos, culturais e ambientais, entretanto, por meio de uma abordagem quantitativa e qualitativa, é possível revelar algumas especificidades das comunidades rurais.

Assim, a análise realizada na presente pesquisa é de extrema importância para o delineamento macro das mudanças oriundas da implantação de sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais no Sertão do Pajeú.

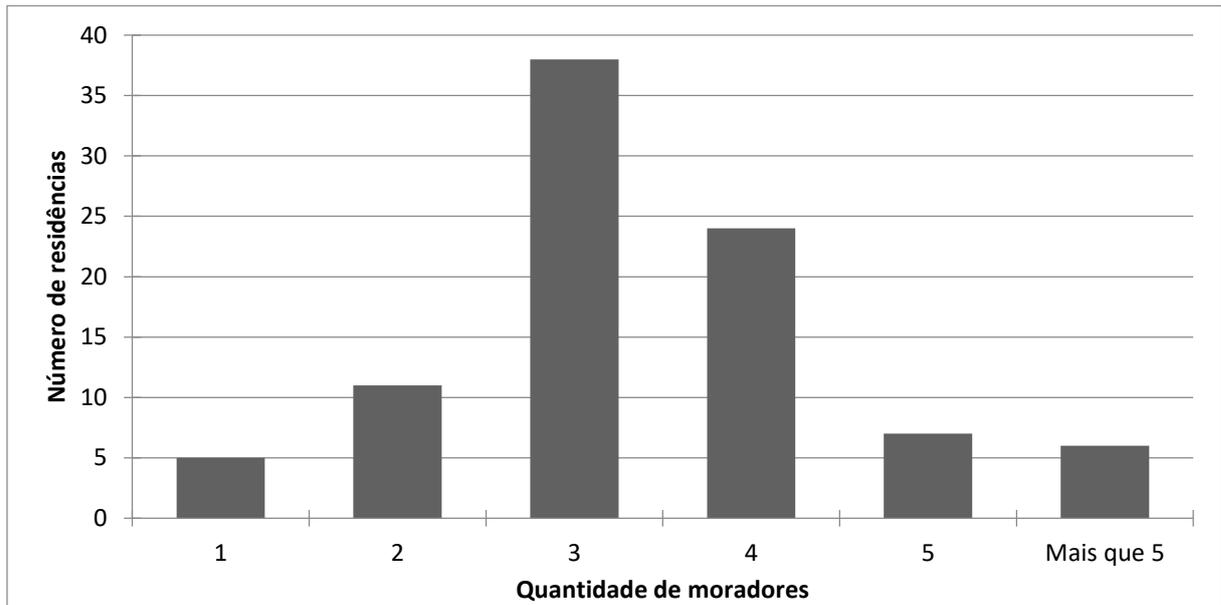
### 5.1 Respostas do Questionário

Por meio da aplicação dos questionários, foi possível alcançar 91 respostas nas comunidades que são beneficiadas pelo SAA's estudados. A seguir, serão apresentadas as respostas vinculadas a cada objetivo proposto.

#### 5.1.1 Padrão socioeconômico das comunidades beneficiadas pelo SISAR

O objetivo dessa etapa do levantamento de dados é compreender o contexto socioeconômico das comunidades que foram beneficiadas com a implantação do SAA's, permitindo avaliar as suas condições de renda e situação de pobreza, bem como, refletir sobre a desigualdade atrelada ao acesso aos serviços de abastecimento de água. No gráfico da Figura 13 são apresentados a quantidade de moradores por residência nas comunidades estudadas.

Figura 13 – Quantidade de moradores por residência

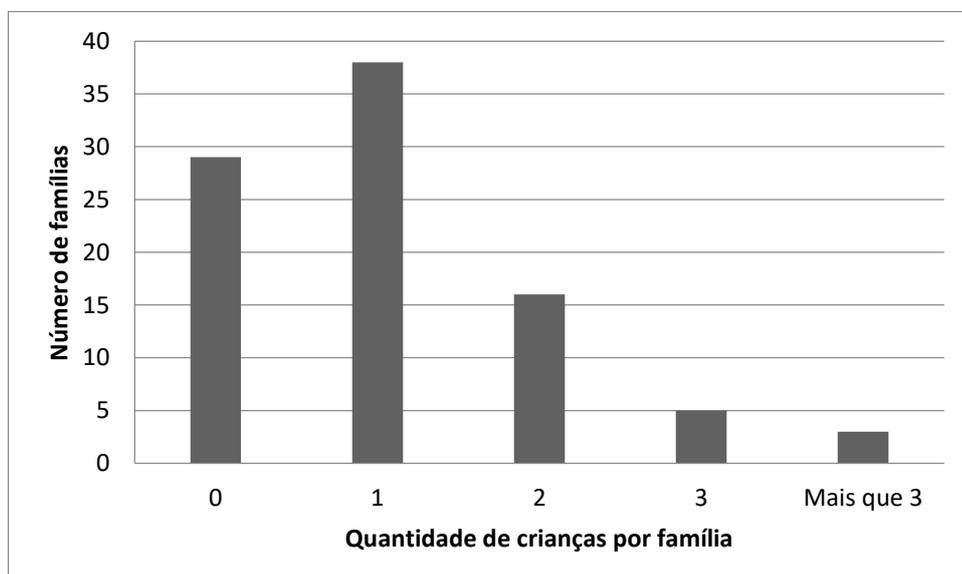


Fonte: Própria autora, 2024.

O gráfico da Figura 13 demonstra que 42% das famílias são formadas por três pessoas, 26% são formadas por 4 pessoas, 12% das residências possuem 2 moradores. Ainda foi observado que em 5 dos 91 casos o entrevistado mora sozinho. Ainda foi observado que em 13 residências moram famílias compostas por 5 ou mais pessoas.

Ainda se tratando da composição familiar das residências, o gráfico da Figura 14 apresenta a quantidade de crianças por família.

Figura 14 - Quantidade de crianças por família



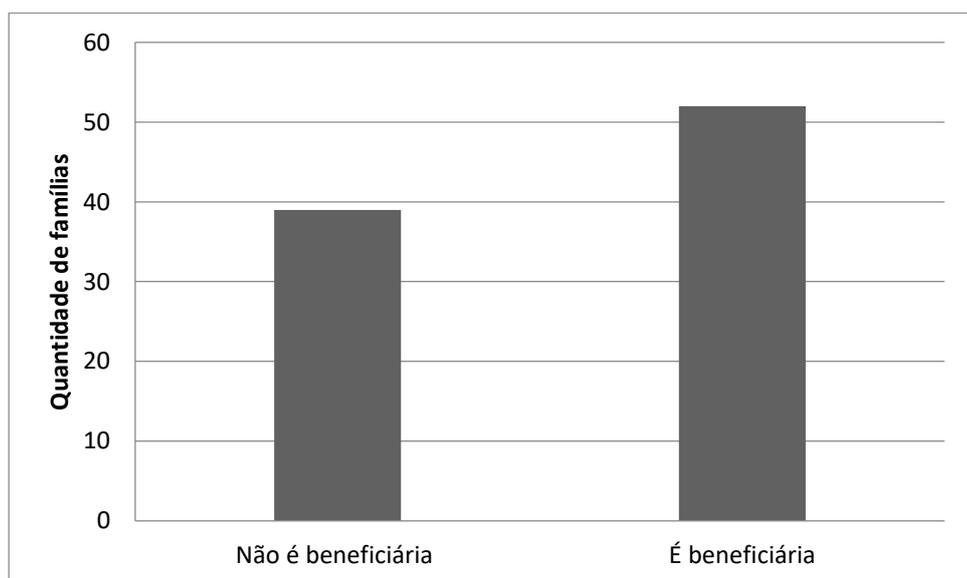
Fonte: Própria autora, 2024.

Observa-se que em relação a quantidade de crianças por família, 68% possuem crianças e 32% não. Destes 68%, 42% possuem somente uma criança na família, que equivale a 38 famílias, e 18% possuem 2 crianças na família, que equivale a 16 famílias, somente 8 famílias possuem 3 ou mais de 3 crianças.

Apesar de já ser constatado que um ambiente contaminado, sem as devidas condições de saneamento básico, é um ambiente propício para o desenvolvimento de doenças sérias, que podem ocasionar o óbito, muitas comunidades continuam sendo marginalizadas, sem possuir estruturas mínimas de saneamento, fazendo das crianças as principais vítimas desse problema (DE ALENCAR et al., 2019). Desde modo, o SISAR se apresenta como uma medida mitigatória deste tipo de problema por meio do fornecimento da água tratada e apropriada para o consumo humano, reduzindo assim, os índices de doenças.

Os entrevistados também foram consultados quanto a participação da família em algum programa de transferência de renda como, por exemplo, o bolsa família (Figura 15).

Figura 15– Famílias beneficiárias de programas de transferência de renda



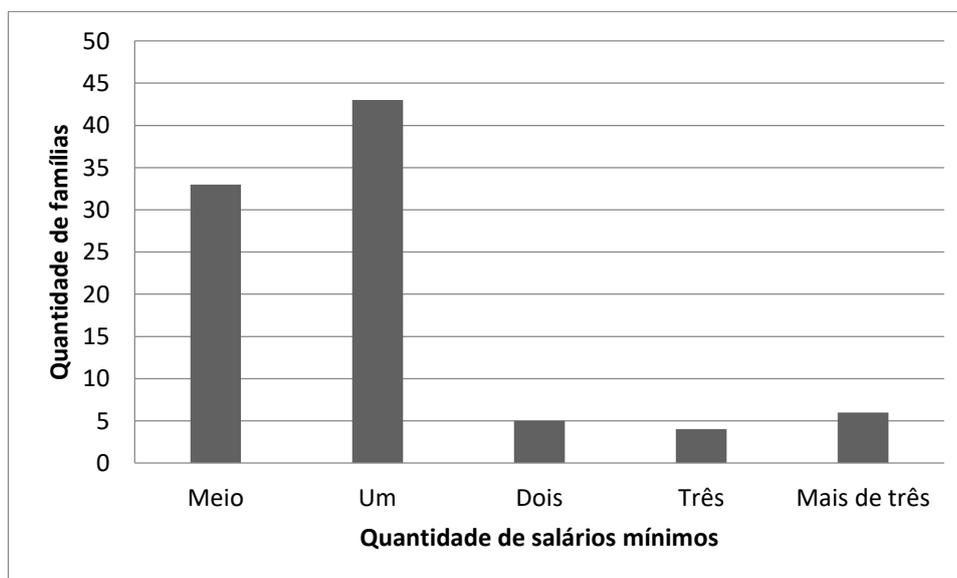
Fonte: Própria autora, 2024.

Conforme o Gráfico da Figura 15, 43% das famílias não são beneficiadas com nenhum programa de transferência de renda, já 57% informou ser beneficiário de programas como Bolsa Família e Mães de Pernambuco. Assim, mais da metade dos entrevistados vivem ou complementam sua renda por meio de programas governamentais de transferência de renda.

De castro (2015), ao analisar o SISAR Ceará quanto sua política institucional, também por meio da aplicação de questionários, observou que os programas governamentais de transferência de renda, como o Bolsa Família, acabam por garantir o pleno acesso à água, fazendo com que as pessoas consigam efetuar o pagamento de suas contas de água.

Ainda buscando conhecer o perfil das famílias e a suas respectivas rendas em função do salário, é apresentado gráfico da Figura 16. O valor do atual salário-mínimo é R\$ 1.412,00 (um mil, quatrocentos e doze reais).

Figura 16 – Renda das famílias abastecidas pelo SISAR Alto Pajeú



Fonte: Própria autora, 2024.

Em relação a renda per capita familiar dos grupos beneficiados com água do SISAR, 84% vivem com renda entre meio e um salário mínimo, e somente 16% vivem com uma renda acima de dois salários mínimos.

A relatora especial das Nações Unidas sobre os direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário, Catarina Albuquerque, realizou no ano de 2013 uma visita ao Brasil e afirmou que o marco jurídico do direito humano não implica na gratuidade da

prestação dos serviços de saneamento, mas sim que sejam cobradas tarifas razoáveis que não coloque as famílias na obrigação de escolher entre os diversos direitos humanos, como alimentação, saúde e saneamento (ALBUQUERQUE, 2013). Ainda com essa mesma pauta, a relatora recomendou que o comprometimento da renda das famílias nos gastos com água seja entre 3 a 5% da renda. Ela defende ainda que as famílias que se encontrarem em vulnerabilidade social, se beneficiem de uma tarifa social.

Atualmente, a tarifa do SISAR Alto Pajeú custa R\$ 45,00 (quarenta e cinco reais), sendo esta a tarifa mínima para as famílias que consomem até 8m<sup>3</sup> de água. Como observado, 36% das famílias possuem uma renda per capita familiar de meio salário mínimo, e neste caso ocorre um comprometimento de 6,37% da renda familiar, o que leva a concluir que não se enquadrando nas recomendações das Nações Unidas.

Noutro recorte econômico, as famílias que possuem uma renda per capita de um salário mínimo, o comprometimento da renda é de 3,19%, se enquadrando dentro das recomendações das Nações Unidas.

Nogueira, Cruz e Lima (2017) realizaram um estudo sobre o comprometimento da renda para acesso à água em uma comunidade rural no Estado do Ceará, beneficiada pelo SISAR e observou que as famílias que não são de baixa renda comprometem até 2% da sua renda, porém as famílias de baixa renda comprometem acima de 5%, neste estudo foram consideradas do grupo Baixa Renda as famílias que recebiam algum tipo de auxílio governamental e se encaixavam nos critérios de extrema pobreza e o grupo Não Baixa Renda foram os demais casos.

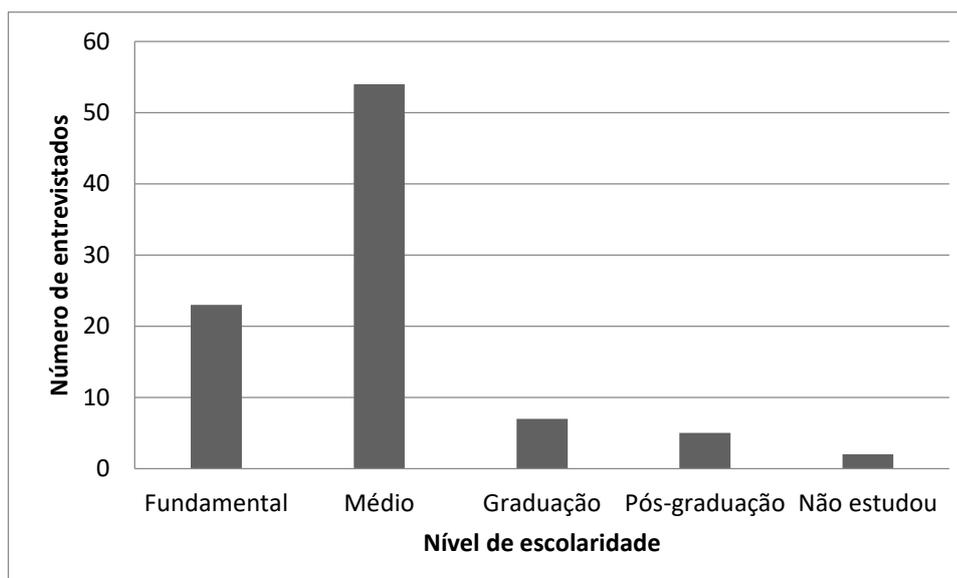
Por outro lado, a chegada da água também pode ser um fator de incremento na renda familiar, uma vez que, com água, as famílias expandem as possibilidades de empreender. Para Castro (2015) esse incremento na renda por meio do empreendedorismo, ocorre por exemplo por meio do cultivo de frutas e hortaliças, ou por meio de outras atividades econômicas, contribui para que os beneficiários do sistema paguem suas contas em dia, mantendo-os adimplentes.

Ainda se tratando de finanças, o SISAR Alto Pajeú fechou o ano de 2023 de maneira positiva. No exercício de 2023, aproximadamente 83% das entradas (receitas) foram revertidas em saídas para pagamentos de despesas e manutenção de equipamentos. Entretanto, 17% permaneceu em caixa, fechando o ano no verde (SISAR ALTO PAJEÚ, 2023).

Ainda vale reforçar que em 2023 o SISAR contava com somente 1.369 ligações, e em agosto de 2024 já conta com 2.041 ligações, indicando um crescimento de 33%.

Quanto ao nível de escolaridade dos entrevistados, foi elaborado o seguinte gráfico apresentado na Figura 17.

Figura 17 – Nível de escolaridade dos entrevistados



Fonte: Própria autora, 2024.

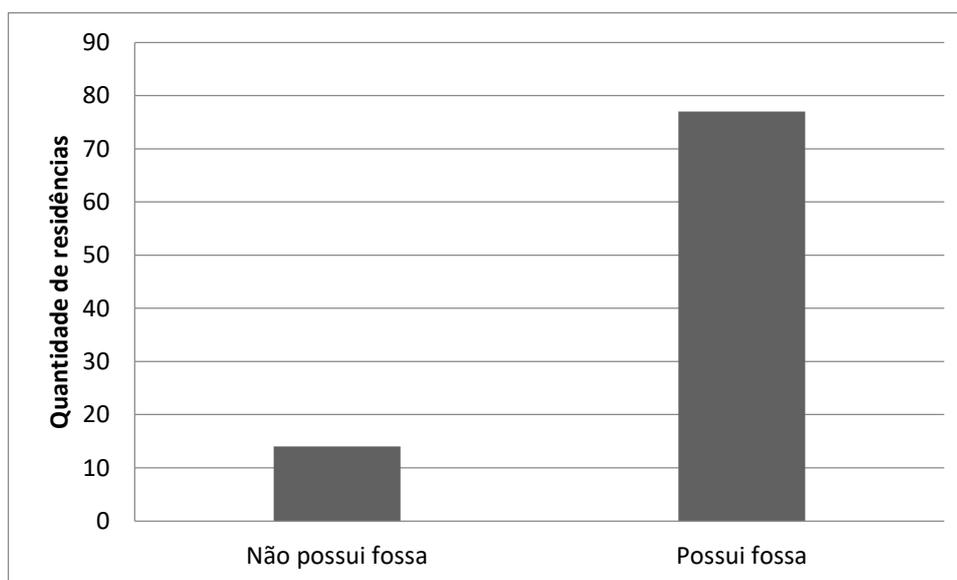
De acordo com o gráfico da Figura 17, apenas 2% dos entrevistados não estudaram. Mais de 85% dos entrevistados concluíram o ensino médio e 13% realizou uma graduação. Assim, 98% dos participantes tiveram acesso à escola.

Uma situação relatada por Castro (2015) e De Sousa Cruz (2015), seria a dificuldade de compreensão de conceitos e informações por parte dos moradores das comunidades. A baixa formação escolar e o semi analfabetismo por muitas vezes induz a população a não participar das reuniões das associações. No SISAR Alto Pajeú, a maioria das residências possuem pessoas alfabetizadas, que participam das reuniões e recebem orientações.

Buscando compreender os arranjos das residências e as questões sanitárias, os entrevistados foram questionados quanto a existência de banheiros em suas unidades habitacionais. Somente 4 alegaram não possuir. Quanto aos que possuem, somente 3 informaram que o banheiro fica localizado fora da residência, os demais, que correspondem a 84 famílias, possuem banheiro dentro de casa.

Conforme Costa et al. (2022) o reúso de água cinza é uma medida eficaz e amplamente utilizada no enfrentamento da escassez hídrica no semiárido nordestino, uma vez que, com essa medida, há redução no consumo de água potável para irrigação agrícola. Deste modo, buscando compreender qual o destino das águas cinzas, as quais já são costumeiramente destinadas, os participantes foram questionados sobre a existência de fossas ou rede de esgotamento, conforme o gráfico da Figura 18.

Figura 18 – Existência de sistema de esgotamento sanitário



Fonte: Própria autora, 2024.

A maioria dos entrevistados responderam se servir de fossas. 85% dos entrevistados alegaram possuir fossa em suas respectivas residências, entretanto, 15% não possui fossas. Nenhuma das comunidades possui rede de esgotamento coletivo. Garrido et al. (2016) estudaram de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil por meio do Banco Mundial e observaram ao estudar comunidades isoladas em Pernambuco, que 70% das famílias faziam o uso de fossas sépticas. Para Silva (2021), é expressivo o uso de fossa séptica em residências rurais, por se tratar de uma tecnologia simples e possuir baixo custo de implantação, sendo a indicação para a zona rural ou residências isoladas, onde não se há a viabilidade de implantação de redes.

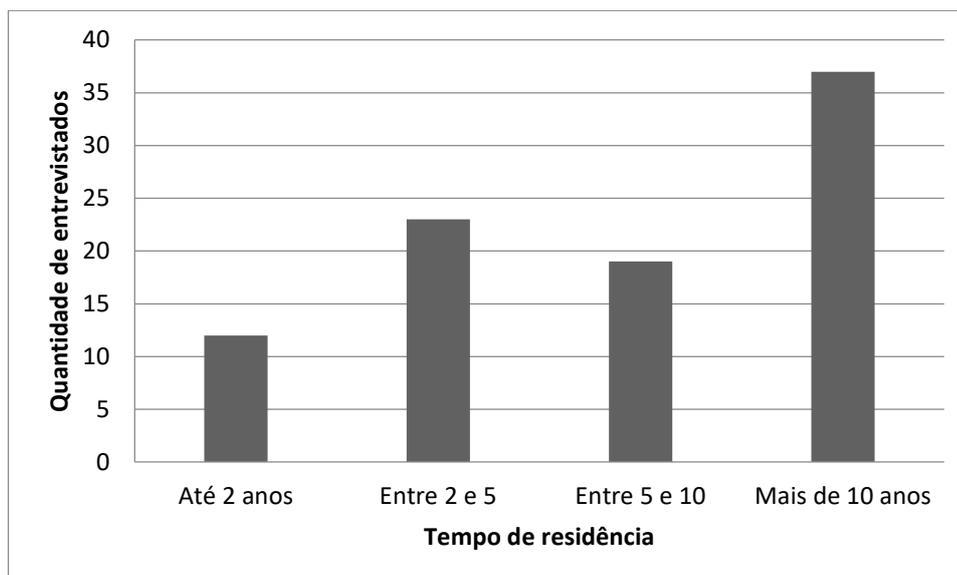
Em Pernambuco, no momento, o SISAR ainda não realiza operações de esgoto, já o SISAR do Piauí, por exemplo, realiza operação de esgoto sanitário, por meio de sistemas individuais de fossas, embora ainda haja dificuldade de

planejamento na prestação dos serviços de esgoto (limpa-fossa), o SISAR Piauí já vem adotando melhores decisões e planejamento (ROCHA, 2013). Ademais, os domicílios que possuem o serviço de manutenção de fossa pagam uma taxa a mais na tarifa do SISAR como um valor fixo pelo esgoto, em 2013 esse valor correspondia a R\$ 2,50 (dois reais e cinquenta centavos).

No Ceará, o SISAR atua com operação de esgoto sanitário somente na Comunidade de Sobral, por meio de um sistema coletivo com rede e tratamento, isso não implica que as outras moradias não possuam fossas, mas sim que não são operadas pelo SISAR (ROCHA, 2013).

#### 5.1.2 Avaliação dos impactos financeiros e sociais nas comunidades que foram beneficiadas pelo SISAR

A chegada da água ocasionou uma série de mudanças na vida da população que é beneficiada, mudanças essas que impactaram a economia e os aspectos sociais locais. O relato das experiências pode variar dependendo da vivência anterior dos residentes com o acesso à água. Assim, saber há quanto tempo os residentes vivem no local ajuda a compreender a evolução das condições, antes e depois da implantação do sistema de abastecimento de água. Visando compreender como se deu a mudança na vida das pessoas beneficiadas a partir do SISAR Alto Pajeú, os participantes foram questionados, sobre tempo que residem na comunidade (Figura 19)

**Figura 19 – Tempo de residência na comunidade**

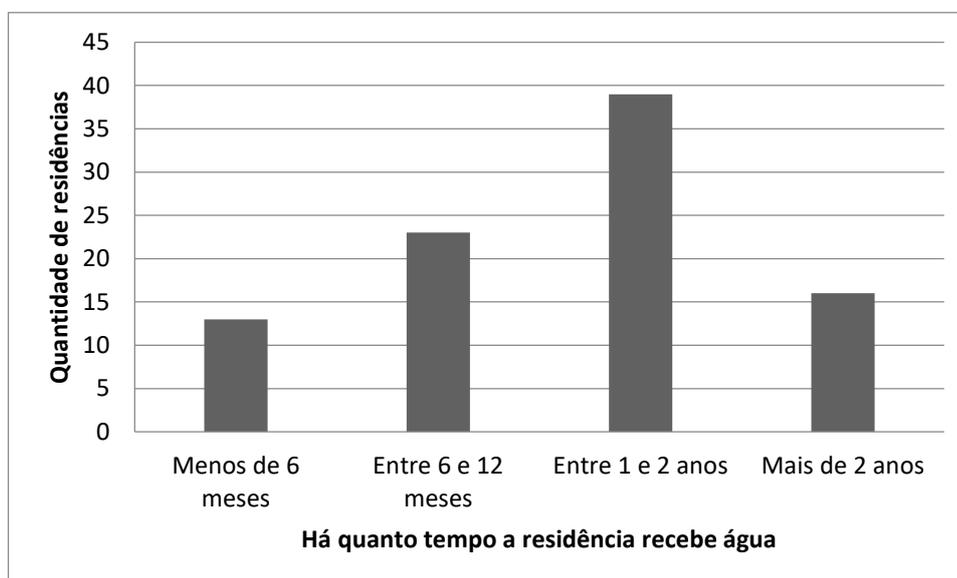
Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 19, 41% dos entrevistados alegaram que moram no mesmo local há mais de 10 anos, e somente 13% reside há 2 anos ou menos. Para Castro (2015), o tempo de moradia nas comunidades faz com que esses moradores possuam a clara ideia do antes e do depois, das mudanças provocadas pela chegada da água, com base nas experiências vividas ao longo de anos, não sendo algo esporádico ou sazonal. Deste modo, é possível coletar a opinião e vivência das pessoas que sofreram por década com a escassez hídrica no período de seca, com a ausência ou limitação da água que é um elemento básico à vida humana.

Os participantes também foram questionados quanto ao tempo que passaram sem receber água em suas torneiras, sendo este um questionamento que obteve diversos tipos de respostas, uma vez que a maioria das pessoas nunca tiveram acesso a água encanada antes da implantação do sistema de abastecimento de água atual. As respostas variaram entre “A vida inteira, só agora que chegou água nas torneiras.”, “Antes do SISAR, passei a minha vida toda sem água.”, “Muitos anos.”, “61 anos.”, “41 anos.”, “Muitos anos, não lembro o tempo.”. A maioria das pessoas nunca possuíram acesso a água encanada antes da chegada do SISAR, e quando questionadas de quanto tempo passaram sem água, muitas delas não conseguiam se quer quantificar os anos.

De maneira complementar à questão anterior, os moradores entrevistados foram questionados há quanto tempo a residência vêm sendo abastecida com a água na torneira através do SISAR (Figura 20).

Figura 20 – Tempo de abastecimento com a água do SISAR Alto Pajeú

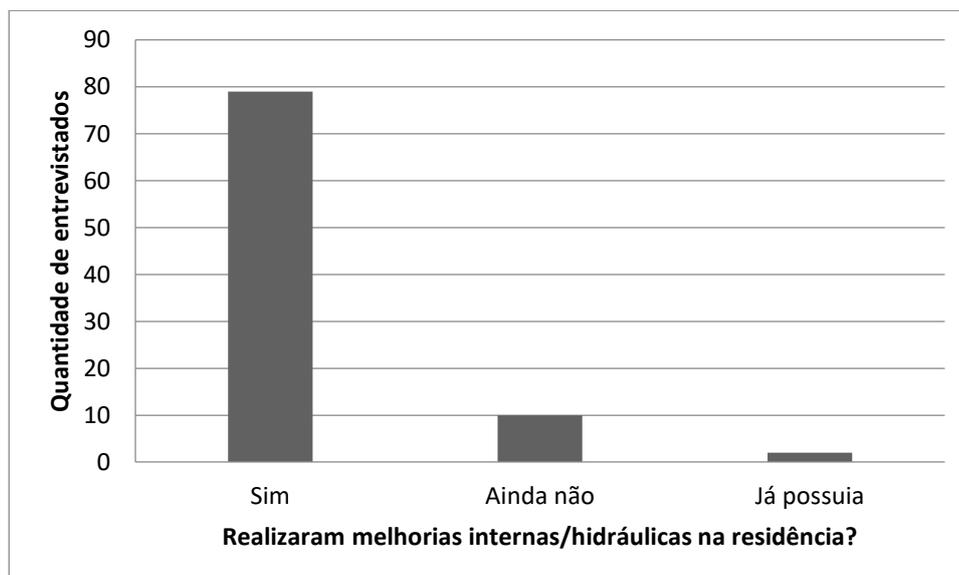


Fonte: Própria autora, 2024.

Foi constatado que 60% deles estão recebendo a água do SISAR há mais de 1 ano, e 40% há menos de um ano. Somente 14% recebe água a menos de 6 meses e ainda vem conhecendo e se adaptando ao modelo do SISAR.

Conforme apresentado no gráfico da Figura 21, os entrevistados também foram questionados quanto a realização melhorias na sua residência após a chegada da água por meio de instalações hidráulicas como, por exemplo, instalação de chuveiro, instalação de tubulações internas dentro da residência, instalação de caixa de água e outros.

Figura 21 – Realização de melhorias na residência após a chegada da água



Fonte: Própria autora, 2024.

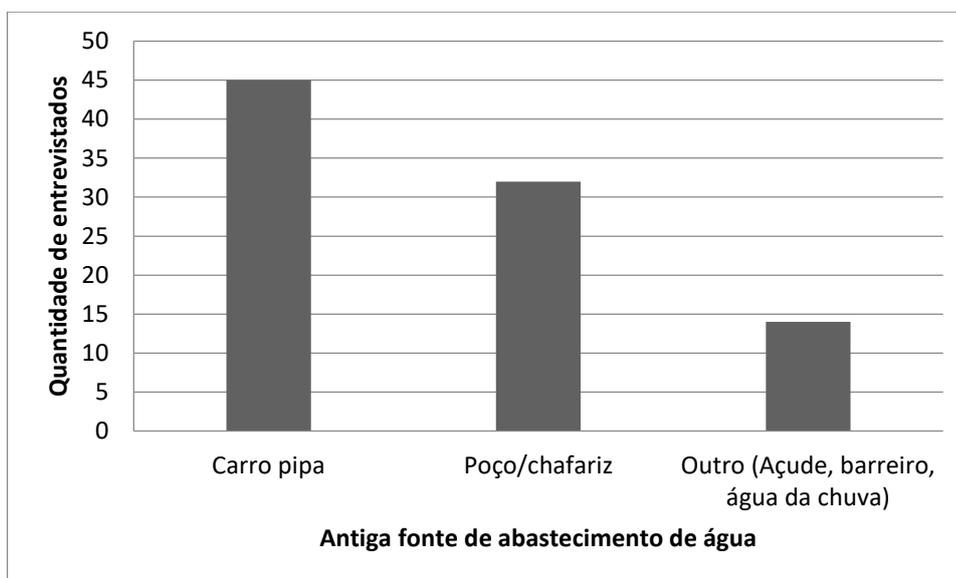
De acordo com o gráfico da Figura 21 foi observado que 87% dos entrevistados realizaram melhorias em suas residências, principalmente instalações de tubulações internas que proporcionam a instalação de chuveiros, até antes da chegada da água, essas pessoas não possuíam essas ligações e somente 2% dos entrevistados já possuíam essas ligações internas. Entretanto, 11% informou que ainda não realizou as adaptações, desse modo, a água vai somente até o cavalete do ramal predial (hidrômetro), onde utilizam mangueiras convencionais e baldes, mas alegaram que em momento oportuno pretendem realizar as ligações internas.

Para De Souza Cruz (2015), a ausência de instalações hidráulicas dentro da residência pode ser considerado como um aspecto de vulnerabilidade. Para o autor, as residências possuem acesso a rede de distribuição, não garante que as famílias estejam realizando um consumo pleno de água, pois a ausência de pontos de água em banheiros, cozinhas, lavanderias, mostram como as pessoas vem se relacionando com água.

Conforme a análise realizada no SISAR Alto Pajeú, a grande maioria das residências realizaram algum tipo de adequação em suas estruturas para melhor aproveitar a água que é canalizada até seus hidrômetros. Mas ainda assim, existe um quantitativo, ainda que baixo, que demonstram a vulnerabilidade no acesso à água devido a inexistência dessas infraestruturas dentro do domicílio.

Buscando compreender como as pessoas tinham acesso a água antes da chegada do SISAR para realizarem suas atividades no dia-a-dia, os entrevistados foram questionados quanto a antiga fonte de abastecimento de água, conforme o gráfico da Figura 22.

Figura 22 – Fonte de abastecimento de água antes da chegada do SISAR



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 22, 50% dos entrevistados dependiam de carro pipa, 35% de poços/chafariz e 15% utilizavam outras fontes como barreiros, açudes e reservas de água da chuva. Em relação as pessoas que consumiam água de carro pipa, foram questionadas em relação a quantos metros cúbicos eram comprados, quanto tempo durava e qual era o valor pago, para estes questionamentos as repostas foram diversas e variáveis.

Parte das famílias alegaram não precisar comprar, pois recebiam da prefeitura ou do exército e a outra parte das famílias respondentes relataram a necessidade de efetuar a compra. O quantidade de metros cúbicos de água variaram entre 8m<sup>3</sup>, 10m<sup>3</sup>, 12m<sup>3</sup> e 16m<sup>3</sup>. Os valores também variaram entre R\$ 150,00 e R\$ 250,00, também foi relatado que em algumas épocas do ano esses valores alcançavam R\$ 300,00. Em relação a duração dessa água, as respostas obtidas também foram muito variadas pois os padrões de consumo das famílias eram diferentes, algumas famílias necessitavam comprar água duas vezes no mês, conforme o relato de uma das moradoras: “12 mil litros durava 15 dias e custava 150 reais”, por outro lado, outra moradora relatou que “10 metros cúbicos, durava 50 dias e pagava 120,00 reais”.

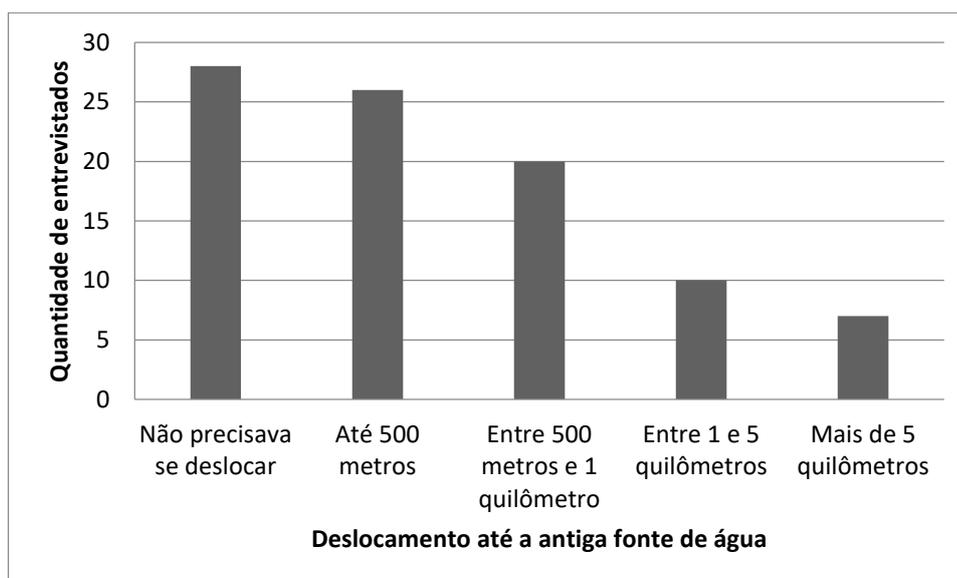
Em uma das entrevistas, um morador relatou que: “Comprava 30 metros cúbicos mensalmente de água bruta, sem tratamento e pagava até o final do ano de 2022 entre R\$ 180 e R\$ 200 por cada caminhão com 15 metros cúbicos”, em concordância com esse morador, uma outra moradora também relatou em seu depoimento, que “16 mil litros que enchia uma cisterna, durava 15 dias, o valor pago inicial era duzentos depois subiu pra duzentos e cinquenta e era uma água barrenta imprópria pra o consumo”. Deste modo, os moradores sempre deixavam claro sua insatisfação com a qualidade da água que compravam.

Lordelo et al. (2017) realizaram uma avaliação referente a qualidade da água que era comercializada e distribuída por caminhões pipa no semiárido brasileiro, constatando uma grande variabilidade da qualidade da água, onde na maioria das vezes existiam diversos problemas no que tange os padrões de potabilidade.

Buscando compreender a realidade daqueles que necessitavam se deslocar do perímetro de suas residências em busca de água, os participantes foram questionados quanto as distancias percorridas até chegar a fonte antiga de água. Assim, 31% informou que não precisava se deslocar de suas residências, mas os demais alegaram que precisavam buscar a água fora do perímetro de sua residência.

O gráfico da Figura 23 elenca a distância aproximada que os 69% dos entrevistados precisavam percorrer para buscar água.

Figura 23 – Deslocamento até a antiga fonte de água



Fonte: Própria autora, 2024.

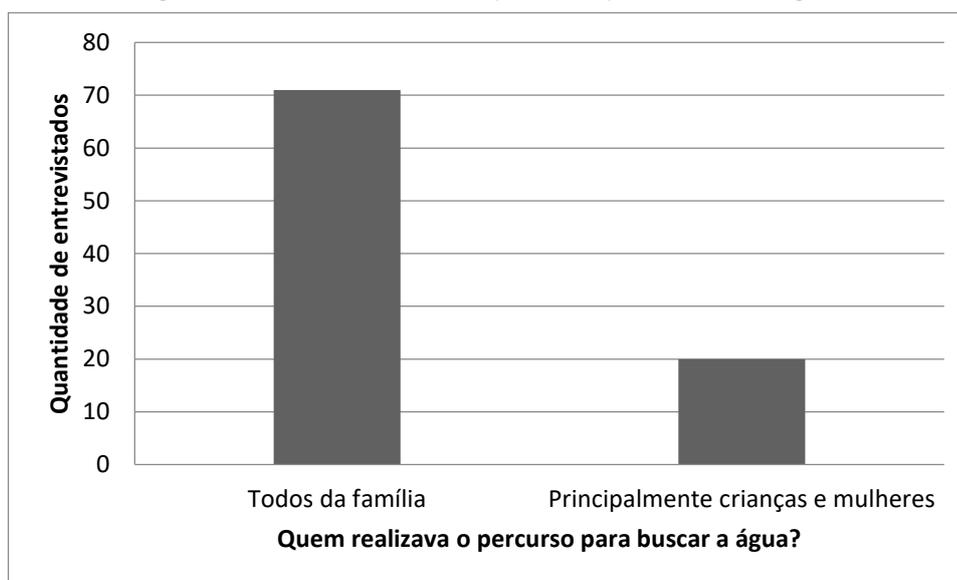
Cruz (2019), observou em seu estudo, ao analisar os efeitos da intervenção do SISAR na comunidade de Cristais, no Ceará, que “a necessidade de deslocamento de membros das famílias para terem acesso à água era bastante rotineira antes da intervenção”, entretanto, após a implantação do SISAR, foi reduzida a necessidade de deslocamento por parte dos membros. O autor também constatou que alguns membros ainda realizavam o deslocamento em duas razões distintas, sendo elas: quando ocorria alguma interrupção no abastecimento da água, fazendo-se necessário buscar água em outras fontes, ou objetivando economizar, reduzindo o consumo da água e evitando contas altas.

Quanto ao tempo gasto para realizar o deslocamento, as respostas foram muito variáveis, um dos entrevistados alegou que “Era gasto mais de 1 hora pra ir buscar água no carro de boi”, outros informaram que gastavam 20 minutos, outros 50 minutos. As respostas que foram muito variáveis chegaram a informar que tinha família que gastava até duas horas realizando o deslocamento em busca de água.

Castro (2015) também realizou um estudo similar no âmbito do SISAR Ceará, onde relatou que os moradores por ele entrevistado, relataram diversas dificuldades na caminhada em busca da água, onde o tempo gasto por muitas vezes ultrapassava até 6 horas, onde para evitar o sol escaldante, alguns optavam por ir a noite ou de madrugada.

Os participantes também foram questionados sobre quais pessoas da residência se encarregavam de realizar esse serviço de ir buscar a água na antiga fonte de abastecimento, conforme o Gráfico da Figura 24.

Figura 24 – Quem realizava o percurso para buscar a água?



Fonte: Própria autora, 2024.

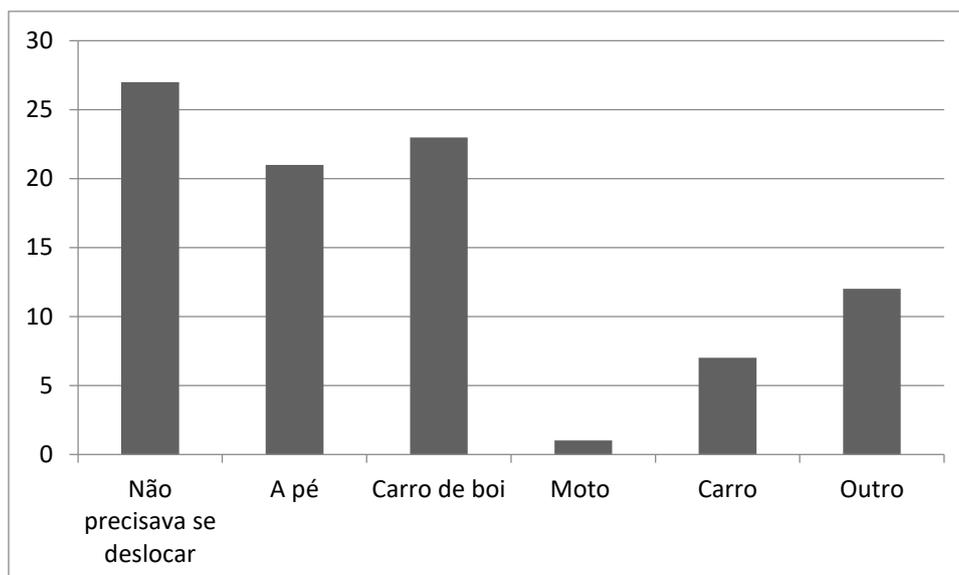
E acordo com o gráfico da Figura 24, 78% dos entrevistados informaram que essa era uma responsabilidade coletiva de todos que moram na residência, ou seja, todos colaboravam na busca da água, já os outros 22% informaram que principalmente as crianças e mulheres realizavam esse serviço, uma vez que a figura masculina estaria assumindo outro papel em outro tipo de serviço.

A literatura remete às mulheres e crianças o papel de realizar o deslocamento para buscar água, uma vez que os homens estariam exercendo funções remuneradas fora do perímetro domiciliar (GRAHAM; HIRAI; KIM, 2016; HUTTON; HALLER; BARTRAM, 2007). Para Silva (2017), em comunidades que não possuem serviços efetivos de saneamento, as mulheres são, por via de regra, a categoria mais afetada, se encarregando de funções como buscar água e destinar resíduos sólidos diariamente.

Conforme o estudo realizado por Cruz (2019) no âmbito do SISAR Ceará, após a intervenção da implantação de sistemas de abastecimento de água nas comunidades rurais, foi observado que crianças até 14 anos e jovens de 15 a 18 anos, que antes participavam do deslocamento em busca de água, agora já não participam mais dessa prática, demonstrando o importante fim de uma forma de desigualdade.

Os participantes também foram questionados quanto ao meio de transporte utilizado para realizar o deslocamento em busca da água e para carregar a água (Figura 25).

Figura 25– Meio de transporte utilizado para realizar o deslocamento em busca de água



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 25, 30% não precisavam realizar deslocamento, 23% realizava o deslocamento a pé e 25% de carro de boi, 9% utilizava automóvel (carro ou moto) e 13% responderam “outros”. Os 13% que responderam “outros”, relataram que existia uma terceirização do serviço de deslocamento, que na comunidade existiam pessoas que possuíam algum tipo de transporte, buscavam a água no ponto de coleta e entregavam nas residências. Essa prática também foi relatada no estudo de Cruz (2019), que na comunidade onde realizou o estudo, antes da chegada da água do SISAR, existia um grupo de pessoas, nomeados de carroceiros, que buscavam a água em fontes públicas e coletivas e entregavam nos domicílios, cobrando um valor para esse serviço.

Quando a coleta de água se dá por meio de veículos, geralmente, são os homens que assumem a responsabilidade por essa tarefa (SILVA, 2017).

Buscando compreender como os beneficiados com a chegada da água vêm aproveitando o tempo que era gasto para buscar água antes da implantação dos sistemas, eles foram questionados em relação as atividades que esse tempo vem sendo destinado. As respostas foram muito variáveis, visto que cada família possui uma rotina e um arranjo diferente, mas, o que mais foi observado é que as pessoas vêm utilizando desse tempo para trabalhar, estudar e descansar.

Um dos entrevistados respondeu: “Agora posso trabalhar mais calmo sem tanta correria pra pegar água”, alguns também relataram que estão se dedicando a cuidar de suas respectivas chácaras e a lavoura. Uma das entrevistadas informou que agora

está se dedicando aprender a costurar e iniciar no ramo de maneira profissional. Outras mulheres alegaram estar cuidando mais da casa e das crianças, e dentre os que responderam que estavam utilizando o tempo para descansar mais, um entrevistado informou que: “Estou descansando por problemas de saúde”.

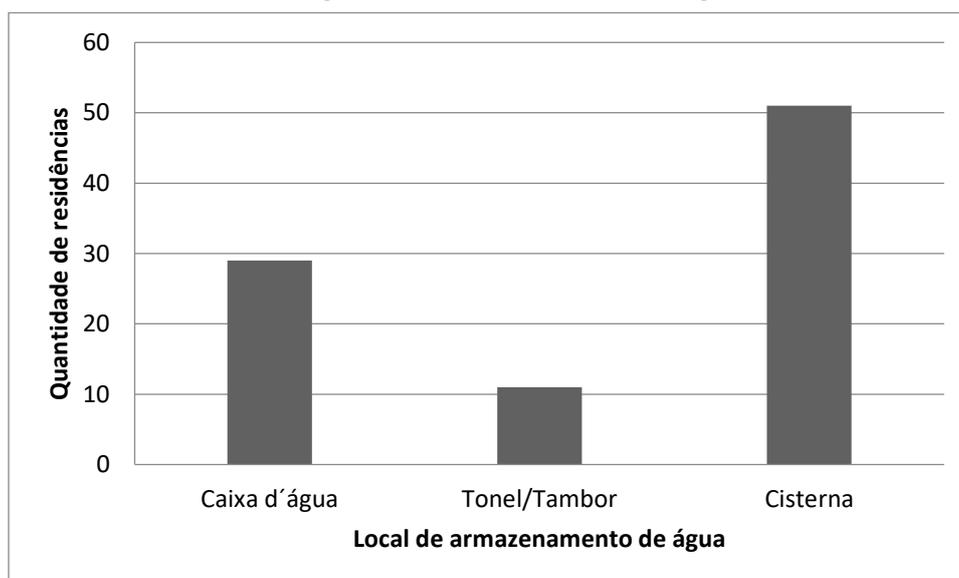
Para Graham, Hirai e Kim (2016), uma das diversas vantagens associadas a implantação de sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais, é a acessibilidade física da água que faz com que ocorra a redução ou mitigação do tempo que era empregado na coleta da água, principalmente para mulheres e crianças, que reduzem o esforço físico e ganham tempo para se dedicar a outras atividades e evitam o surgimento de problemas relacionados a própria saúde.

Assim, essas ações se configuram para a diminuição do êxito rural, reduzindo o crescimento desordenado dos centros urbanos, que acabam por gerar uma série de problemas no que tange a qualidade de vida por meio do acesso aos direitos básicos para o ser humano.

Deste modo, foi observado que no SISAR Alto Pajeú, as famílias utilizam de diversas maneiras as oportunidades que são geradas com o ganho de tempo. Uma análise de dados a nível global, mostra que existe uma diferença na maneira como os distintos indivíduos valorizam o próprio tempo, assim, não existindo um padrão único de aproveitamento de tempo que não é mais destinado a coleta de água (HUTTON; HALLER; BARTRAM, 2007; KOOLWAL; WALLE, 2013; MEEKS, 2012).

Os participantes foram questionados sobre onde a família armazenava a água que era comprada ou coletada, antes da chegada do SISAR (Figura 26).

Figura 26 – Armazenamento da água



Fonte: Própria autora, 2024.

Os resultados mostram que 56% das famílias utilizavam cisternas para fazer o armazenamento, 32% utilizavam caixas de água e 12% utilizavam tonel e tambor.

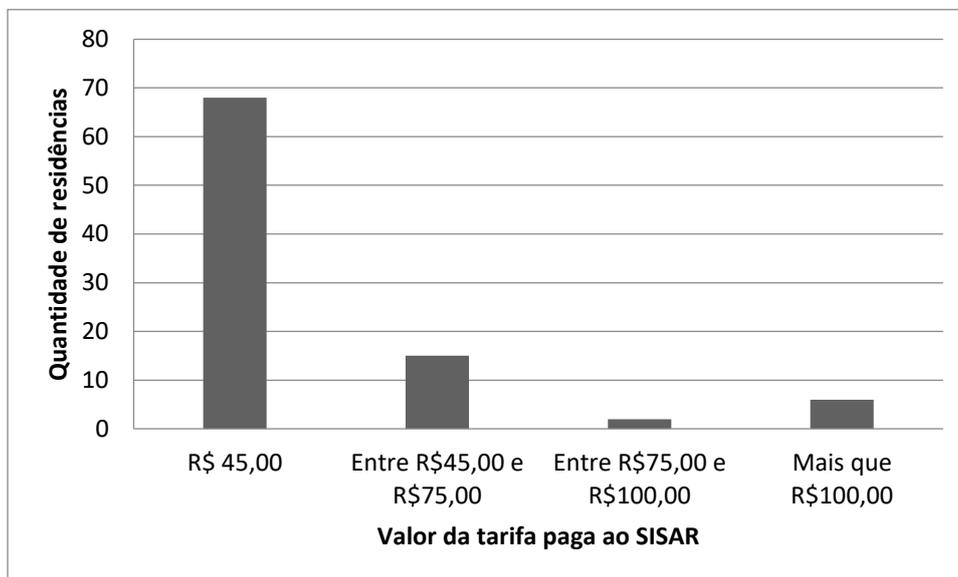
No SISAR Alto Pajeú, o local de armazenamento mais utilizado são as cisternas. Santos et al. (2023) afirmam que muitas localidades rurais no Nordeste foram contempladas nas ações do P1MC, tornando as cisternas ainda mais populares.

Para Heller e Pádua (2016), as cisternas são uma excelente alternativa para regiões que se encontram em escassez hídrica, entretanto, para que o modelo seja efetivo, é importante que os usuários possuam alguns cuidados em relação a manutenção e operação das mesmas, para assim, evitar que a água armazenada seja contaminada. Neste sentido, todos os meios utilizados para armazenar água necessitam destes cuidados.

De todas as fontes de abastecimento citadas, a água que é fornecida SISAR é a mais segura em termos de qualidade, por se tratar de uma água tratada e clorada. Entretanto, é compreensível que as famílias possuam outras fontes de abastecimento para em casos de interrupções de abastecimento em decorrência de alguma manutenção, ou até mesmo esquema de rodízio, não fiquem completamente desabastecidas, bem como, utilizar essas demais fontes citadas para realizar atividades que não sejam nobres, e assim, não onerar o valor da conta de água do SISAR.

Conforme presente no gráfico da Figura 27 e tratando-se de valores de conta de água, os participantes foram questionados quanto ao valor que é pago na tarifa ao SISAR mensalmente após a leitura dos hidrômetros.

Figura 27– Avaliação do valor da tarifa paga ao SISAR



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 27, 75% das residências consomem água dentro da faixa da tarifa mínima que custa R\$45,00 e permite que as famílias consumam até 8m<sup>3</sup> de água por mês. 16% das residências pagam valores entre R\$45,00 e R\$75,00 e somente 9% pagam valores acima de R\$75,00. Vale salientar que, a conta emitida pelo SISAR leva em consideração os seguintes itens: consumo, energia e taxa do operador.

Ainda tratando-se dos valores que são pagos ao SISAR referente ao consumo de água, os participantes foram questionados sobre adotarem alguma medida para economizar água. Assim, 96% afirmaram adotar medidas para poupar o uso da água e 4% responderam que não. Diversos participantes relataram que utilizam a água de maneira racional, que tomam banhos rápidos, desligam o chuveiro e torneira ao se ensaboarem ou escovar os dentes e possuem cuidados para não deixar torneiras gotejando ou com vazamentos.

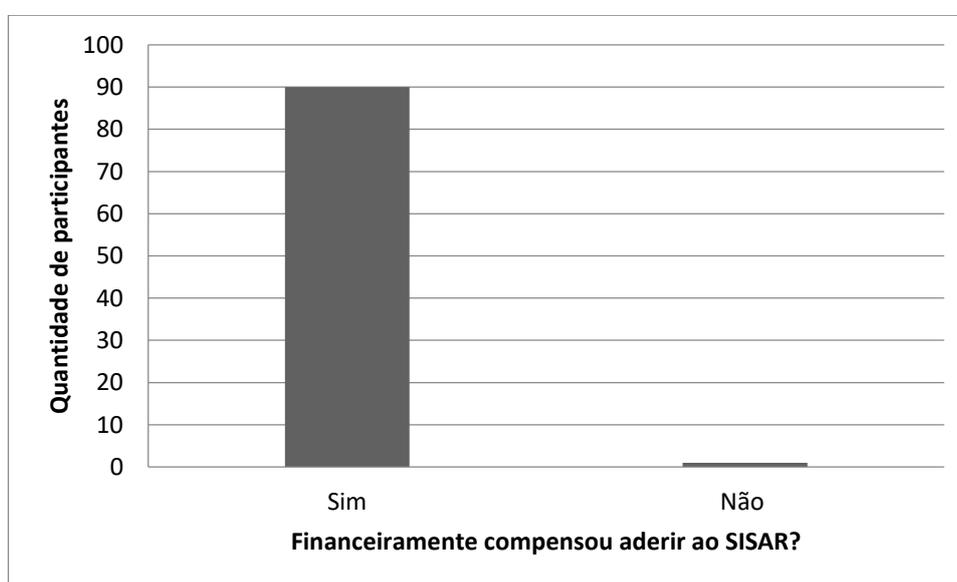
As respostas foram bastante variáveis, uma vez que relatam a experiência de cada uma das famílias de maneira individual, onde cada uma adota o melhor método para economizar água.

Assim, foi observado que além de pequenas ações para reduzir o uso, as famílias vêm se esforçando para aproveitar e aplicar o reúso dessa água. Uma das

participantes relatou que: “Lavo roupa e a água de enxague reutilizo pra lavar o banheiro”. Outra participante também compartilhou sua experiência relatando que: “Lavo louça em bacias e aproveitar água para descarga ou colocar a água em plantas”, e ainda, compartilhando de ideia similar, outra participante reforçou “tenho utilizado a água da lavagem de roupa para usar no vaso sanitário”.

Conforme apresentado no gráfico da Figura 28, os participantes foram questionados se compensou financeiramente aderir ao SISAR e se eles estavam economizando com os gastos com água.

Figura 28 – Levantamento de compensação financeira de adesão ao SISAR



Fonte: Própria autora, 2024.

Conforme a Figura 28, 99% dos participantes afirmaram que sim, e somente 1% respondeu que não. A adesão do SISAR se mostra positiva no quesito financeiro, uma vez que anterior a chegada do SISAR, as famílias pagavam em média R\$120,00 em 8m<sup>3</sup> de água de carro pipa, água essa que por muitas vezes não se enquadravam nos padrões de potabilidade, colocando a saúde dos consumidores em risco, e agora pagam uma tarifa de R\$45,00 em um consumo de até 8m<sup>3</sup>, em uma água tratada.

Os participantes também foram questionados em relação ao dinheiro que estão conseguindo economizar com a chegada do SISAR, para qual atividade esse dinheiro economizado estaria sendo destinado, e a maioria das pessoas alegaram estar investido melhor na alimentação, fazendo feiras maiores. Uma moradora relatou que: “Estou colocando mais coisa na minha feira”. Outras mulheres que possuem filhos

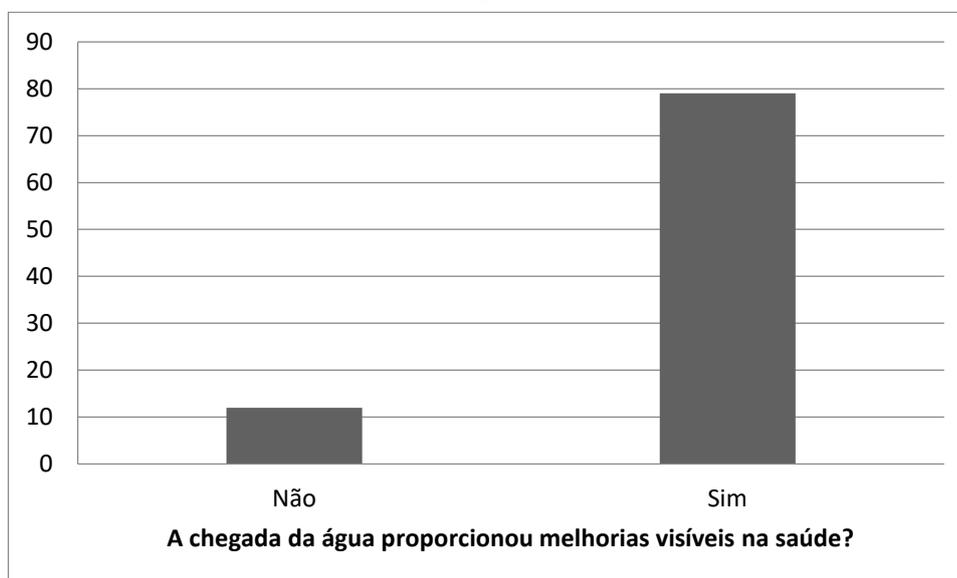
bebês e crianças afirmaram que esse dinheiro está favorecendo a compra de fraldas e leite, enquanto outra mãe relatou estar aproveitando pagar um curso para o filho.

Alguns homens relataram estar cuidando melhor dos seus animais e até mesmo adquirindo novos animais, bem como, podendo investir e cuidando melhor do seu sítio/chácara.

A chegada da água tratada nas residências por meio da política do SISAR, representa dignidade para as famílias rurais. Dentre os diversos benefícios associados a chegada da água, a saúde que ela proporciona se destaca. Uma vez que essas pessoas utilizavam água de padrões duvidosos, passar a utilizar uma água tratada significa um avanço no que diz respeito a saúde, fazendo com que as pessoas adoçam menos, principalmente em decorrência de doenças que são de veiculação hídrica.

Assim, os participantes foram questionados que a mudança na saúde das pessoas após a chegada da água era visível, se as pessoas estariam adoecendo menos quando comparado com o período que ainda não recebiam a água tratada do SISAR (Figura 29).

Figura 29 – Percepção da comunidade quanto a mudança na saúde das pessoas após a chegada da água



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 29, 87% dos participantes responderam que sim, e somente 13% responderam que não. Sabendo-se que Pernambuco é um

estado que enfrenta desafios significativos no que tange as doenças de veiculação hídrica devido as condições climáticas e questões de infraestrutura, possuir um *feedback* positivo por quase 90% da população beneficiada é de grande avanço para a própria população e para o estado, uma vez que, somente em 2023 foram registrados aproximadamente 70.000 casos de diarreia aguda em todo Estado, esses números contabilizam os casos de hospitalização e tratamento ambulatorial, conforme dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN, 2024).

Quanto a hepatite A, somente em 2023, Pernambuco registrou cerca de 500 casos, sendo também uma preocupação em áreas que o saneamento básico é inadequado (SINAN, 2024). Isso reflete a necessidade de implementação e/ou melhorias ao saneamento e a ligação direta deste, para com a saúde e bem estar da população.

Ainda conforme o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN, 2024), em 2023, aproximadamente 50 a 100 óbitos foram registrados em decorrência de graves complicações da esquistossomose. Esses óbitos ocorreram, principalmente, em áreas endêmicas do Estado, compreendendo as regiões do Agreste e Sertão. No agreste municípios como Caruaru e Bezerros são conhecidos por possuírem casos da doença, já no sertão, municípios como Petrolina e Salgueiro apresentam casos.

Para Calgaro e Filho (2020), as infraestruturas de saneamento básico são primordiais para garantia de saúde pública, tanto nos centros urbanos como nas localidades rurais, uma vez que o acesso a água tratada auxilia no controle e mitigação de doenças parasitárias, hepatite A e outras.

Um estudo já foi realizado no âmbito do SISAR Moxotó, em Pernambuco, permitindo observar que em três municípios havia uma relação entre a implantação das obras do SISAR e a redução de internação por diarreias, entretanto, o estudo foi realizado em pequena escala, necessitando de mais aprofundamento (MONTEIRO et al., 2024).

Orrico (2003), ao realizar um estudo no âmbito das Centrais no estado da Bahia, observou redução de 28,6% dos casos de diarreia em crianças de até dois anos e também pontuou outro queixa recorrente de saúde que era uma problemática antes da chegada das Centrais, para as pessoas que precisavam carregar baldes de água, que eram as dores na coluna vertebral.

Os participantes também foram questionados sobre as principais mudanças causadas em suas vidas após a chegada da água, sendo esse um questionamento que gerou diversas respostas diferentes, mas todas em caráter positivo.

Muitos participantes relataram a facilidade que a água na torneira trouxe por não precisar mais se deslocar, gastando tempo, para buscar água. Uma moradora relatou que “Meu trabalho hoje é menos, não tenho mais falta de água e também posso passar mais um tempo com minha família”, houveram diversos relatos similares a esse.

Muitos também falaram sobre a saúde, que a chegada da água proporcionou a melhoria, conforme os seguintes depoimentos: “Desde que chegou a água do SISAR não teve mais casos de doenças proveniente da água. Melhorou muito a saúde das pessoas...” e “Água de qualidade, mais saúde”.

Outras famílias reforçaram a benfeitoria da chegada da água no que diz respeito aos seus cultivos e a confiança de agora possuir uma água tratada, de acordo com os seguintes relatos “Água potável com frequência para ser usada de forma integral por toda a família, melhor organização no processo de armazenamento, cultivo de frutas e verduras para consumo próprio, melhoria na qualidade de vida” e “Confiança em saber que recebemos uma água limpa e muito bem tratada. Esperamos muito por esse momento e graças a Deus chegou. Temos uma excelente água”.

Ainda se tratando de mudanças, muitos participantes acharam importante reforçar como estão economizando com água, e como a chegada do SISAR trouxe um alívio para o orçamento.

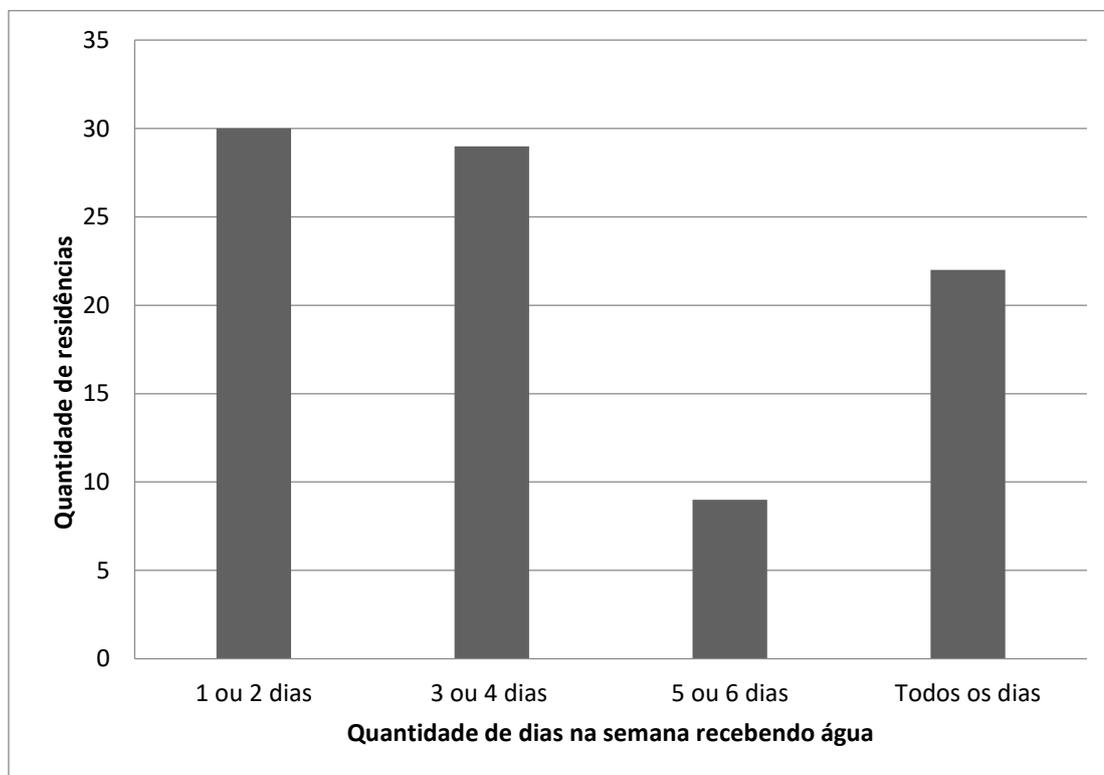
Conforme um estudo realizado por Garrido et al. (2016), o impacto da implantação dos sistemas de abastecimento de água e as suas respectivas mudanças na vida das pessoas é percebido intensamente pelos moradores, 96,5% da população residente das comunidades estudadas reconhece que o acesso à água no domicílio trouxe mudanças significativas e positivas em suas vidas.

### 5.1.3 Avaliação de eficiência da operação dos sistemas de abastecimento do SISAR

É de suma importância conhecer a percepção da população que vem sendo atendida pelo SISAR Alto Pajeú quanto a operação dos sistemas. Deste modo, os participantes foram questionados quanto a intermitência no abastecimento de água

dos SAA's estudados, ou seja, quantos dias na semana as residências recebem água em suas torneiras, as respostas podem ser visualizadas no gráfico da Figura 29.

Figura 30– Quantidade de dias na semana com abastecimento



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 30, é possível notar que 30% das famílias recebem água nas torneiras somente 1 ou 2 dias na semana, 29% recebe água 3 ou 4 dias na semana, 10% recebe água 5 ou 6 dias na semana, e 24% das famílias recebem água todos os dias da semana.

É válido saber que 15 dos sistemas que estão operando pelo SISAR Alto Pajeú, realizam captação na adutora do Pajeú, que transporta água da transposição do São Francisco para a região. A adutora do Pajeú é operada pela Compesa e amplamente utilizada para abastecimento urbano, deste modo, alguns SISAR's dependem do regime de operação da Compesa, se comprometendo também quando há rodízios.

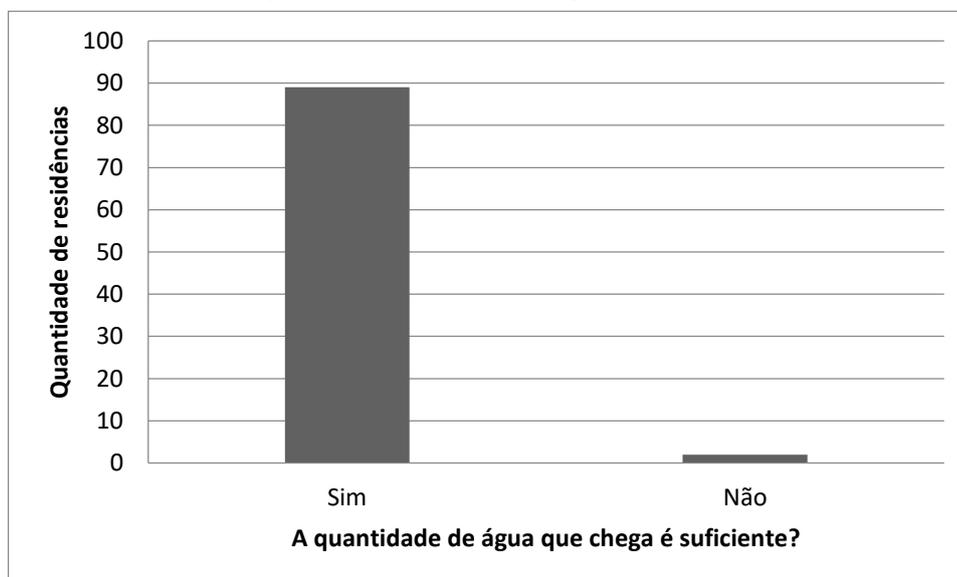
Para Moraes et al. (2014), um dos aspectos que indicam a precariedade dos serviços de abastecimento de água estão relacionados a intermitência do abastecimento na rede de distribuição de água, uma vez que quando a disponibilidade não é contínua, ela pode representar um aspecto da vulnerabilidade do acesso à água, entretanto, esse não é o caso efetivo dos SAA's que compreendem o SISAR Alto Pajeú.

Majuru et al. (2012) realizaram a avaliação de SAA's em comunidades na África do Sul, sistemas que realizam a distribuição da água por meio de torneiras públicas, aos moldes de chafarizes. Neste estudo, identificaram que após um período de tempo de funcionamento, começou a acontecer situações de intermitência. Ademais, o estudo também mostrou que, quando o serviço de abastecimento não está funcionando, ocasiona uma piora nas condições de acesso à água, como por exemplo, aumento da distância da fonte, as quais voltavam a níveis inferiores àqueles existentes antes da implantação das melhorias de abastecimento.

Conforme o PLANSAB (BRASIL, 2014), aproximadamente 30% da população que possui acesso às redes de distribuição de água, está sujeita a intermitência, sendo na região Norte e Nordeste do país, a situação mais crítica. Apesar de passar alguns dias sem receber água, a população tem a possibilidade de realizar reservas em caixa d'água ou cisternas, reduzindo o impacto da intermitência, caso ela não seja muito longa.

Conforme o gráfico da Figura 31, os participantes foram questionados se a quantidade de água que chega, é suficiente para atender todas as necessidades habituais da residência.

Figura 31– Suficiência da água distribuída

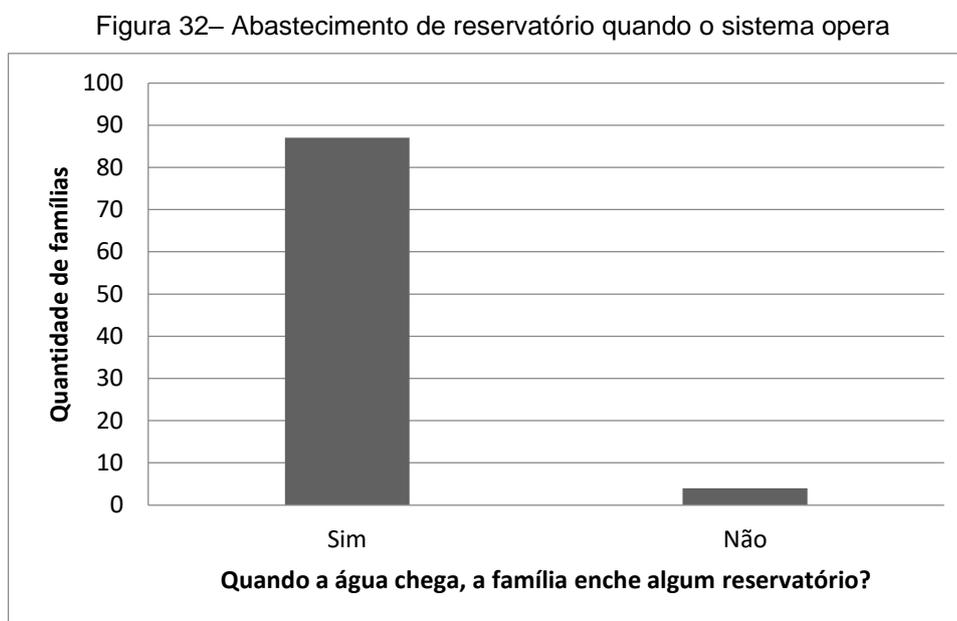


Fonte: Própria autora, 2024.

Mesmo que na maioria dos casos o abastecimento não ocorra sem pausas, os setes dias da semana, 98% das famílias alegam que a quantidade da água que chega,

na frequência que chega, tem sido o suficiente para realizar as atividades necessárias, e somente 2% alegam que a quantidade é insuficiente.

Os participantes também foram questionados quanto a encher reservatórios nos dias que o sistema está operando, conforme o gráfico da Figura 32.

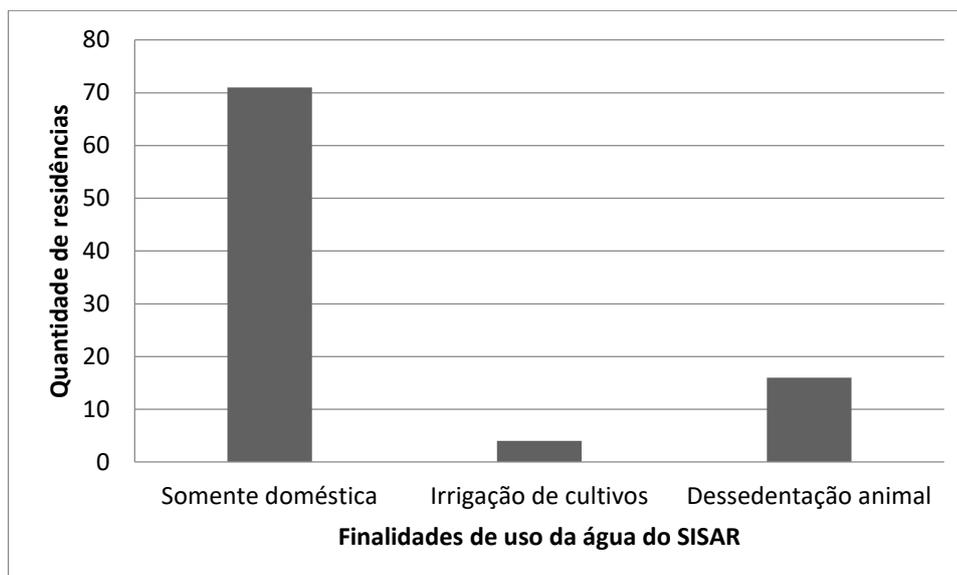


Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com gráfico da Figura 32, 96% dos participantes alegaram encher reservatório quando o sistema está operando, e somente 4% alegou que não. Manter os reservatórios cheios é uma medida de evitar ficar sem água caso ocorra alguma paralisação no sistema, seja na rede de distribuição da própria comunidade para realização de algum reparo, ou até mesmo algum problema nas adutoras onde foram realizados os injetamentos.

Buscando compreender para quais finalidades a água tratada recebida pelo SISAR era utilizada, os participantes foram questionados quanto ao uso da água, conforme o gráfico presente na Figura 33.

Figura 33 – Finalidade no uso da água



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com gráfico da Figura 33, 78% dos entrevistados alegaram utiliza-la somente para fins domésticos, 4% informou utilizar na irrigação de cultivos de culturas e 18% informou também utilizar para dessedentação animal.

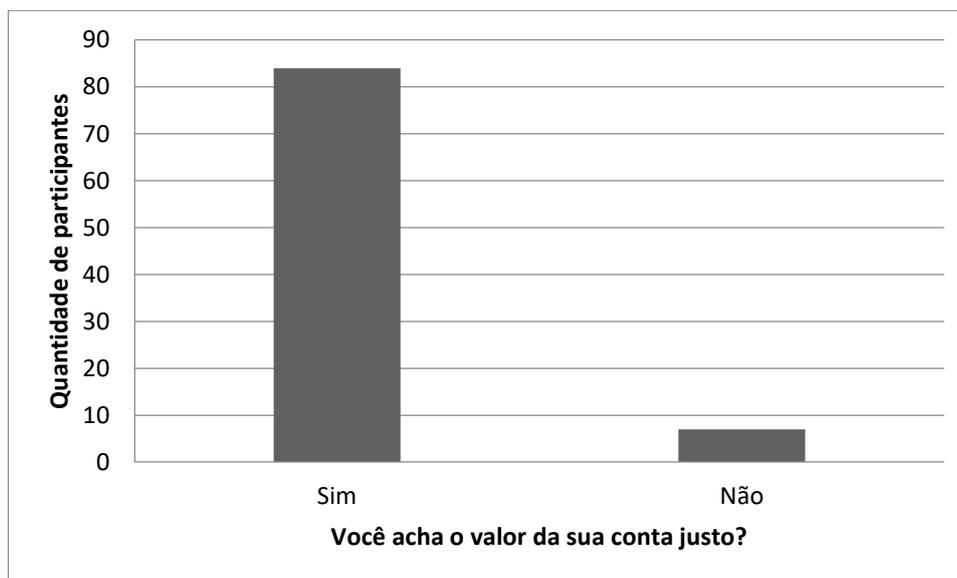
Conforme Garrido et al. (2016), os usos mais frequentes são para beber e realizar serviços domésticos, como cozinhar, lavar louça, lavar roupa e tomar banho. Os menos frequentes são para dessedentação de animais e irrigação de culturas. Por se tratar de uma água mais nobre, e visando economizar água por questões de consciência ambiental, bem como, para não onerar a conta, as famílias optam por utilizar essa água para finalidades domésticas, utilizando assim, fontes alternativas, que por sua vez não são tão seguras, para o cultivo de plantações e dessedentação animal.

Castro (2015) relata que alguns encontros promovidos pelo SISAR e por outros órgão governamentais no Ceará, realizam um processo de aprendizagem a fim de orientar a população a realizar o uso racional da água, como por exemplo, não utilizar a água do SISAR para grandes animais.

O SISAR Alto Pajeú também realiza reuniões antes da implantação da obra, bem como, antes do início da operação, para além de explicar como funciona o modelo, orientar também em relação ao uso da água.

O gráfico da Figura 34 expressa a opinião dos participantes em relação ao preço da conta de água, se acham um valor justo ou não.

Figura 34– Levantamento se os participantes consideram justo o valor da conta de água



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 34, 92% dos participantes consideram o valor da conta de água sendo um valor justo, enquanto 8% não considera o valor da água sendo um valor justo.

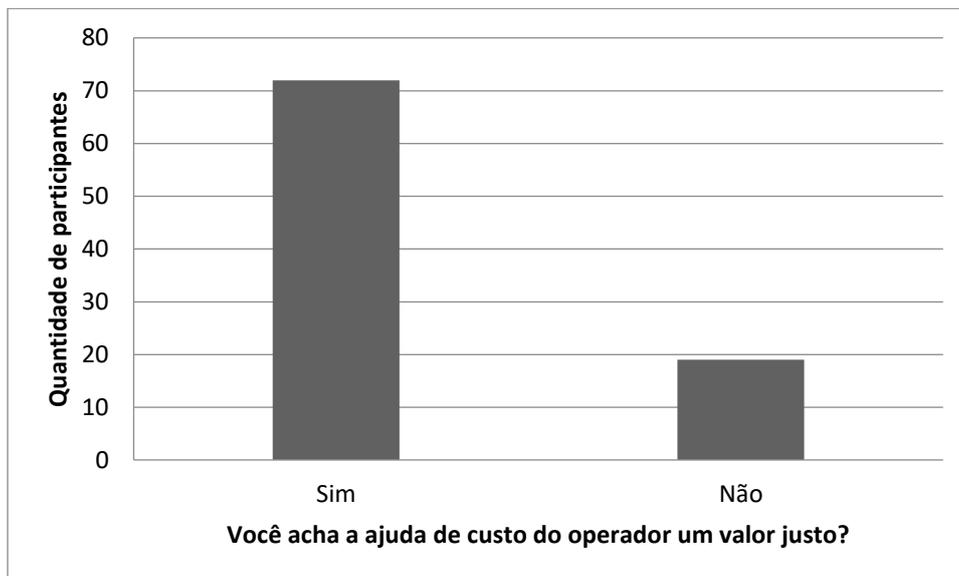
Conforme a experiência de Cruz (2015, p. 82), “a proporção de famílias que considera o valor pago barato ou razoável diminui com o aumento do comprometimento da renda”. Logo, quanto menor a renda da família, maior a tendência de considerarem o valor da conta caro.

Entretanto, o percentual das famílias que consideram a conta de água um valor justo, é bastante alto. Essa consciência pode surgir em decorrência dos valores que eram pagos em caminhões pipas, super onerosos e de qualidade duvidosa.

Quanto a taxa do operador, que varia de acordo com a quantidade de famílias beneficiadas na comunidade, e, de acordo com o Relatório Sintético de Faturamento referente à 09/2024, não ultrapassam um salário mínimo, sendo o maior valor de ajuda de custo na ordem de R\$ 1.250,00. Vale ressaltar ainda, que algumas comunidades possuem mais de um operador, assim, o valor é dividido proporcionalmente para cada um.

Os participantes também foram questionados quanto ao valor que é pago como ajuda de custo para os operadores, se é um valor justo ou não (Figura 35).

Figura 35– Você acha justo o valor da ajuda de custo do operador?



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 35, 79% dos participantes acham a ajuda de custo do operador um valor justo, e 21% não acha justo e discorda do valor que é pago.

Conforme Castro (2015), o operador escolhido para operar o sistema é sempre algum residente da comunidade e é escolhido na reunião da associação comunitária pelos próprios moradores. O operador é remunerado pela própria comunidade e também com um valor decidido em assembleia, este valor vem embutido na conta de água e geralmente é em torno de R\$1 e R\$2 reais (valores do SISAR Ceará em 2012), algumas comunidades maiores pagam um valor a mais, vale salientar que esse valor não é um salário, e sim uma ajuda de custo, afirma Castro (205), ademais, o operador também não deve ser visto como um funcionário do SISAR, uma vez que o desempenho da sua função é voluntária, por meio da assinatura de um termo de voluntariado.

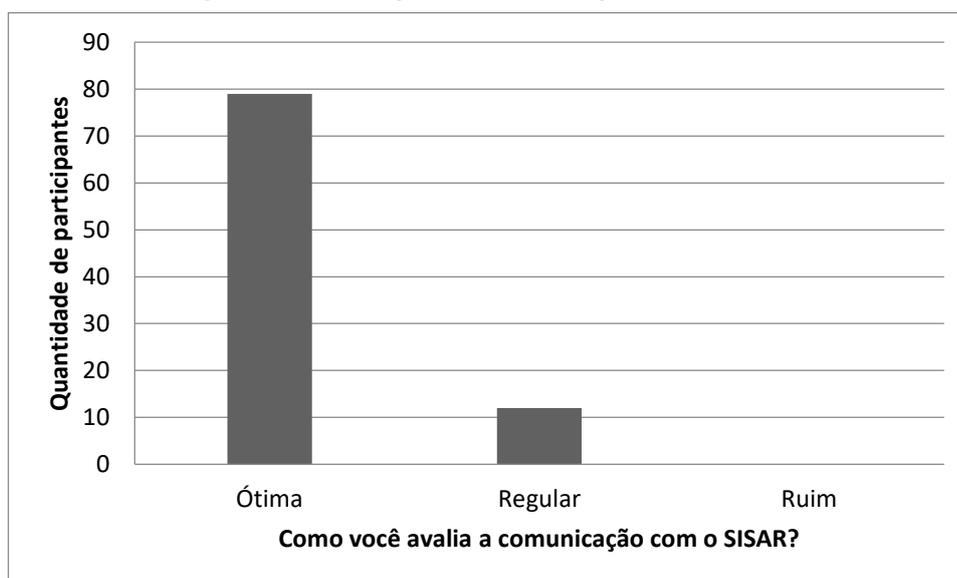
O SISAR Alto Pajeú também segue a mesma ideia de embutir a ajuda de custo do operador na conta de água dos seus respectivos clientes. Atualmente, a ajuda de custo do operador é de R\$7,00 por conta (valores de agosto de 2024).

Os valores de ajuda de custo de operadores podem variar de acordo com o tamanho da comunidade, da quantidade de residências e da complexidade do sistema, que pode demandar de mais de um operador. Machado (2019), em sua pesquisa no âmbito das Centrais da Bahia, relatou que os moradores pagam pelo auxílio do operador (R\$ 3,20) e leiturista (R\$ 4,00) (valores de 2018), sendo que em

Pernambuco, uma pessoa só realiza os dois serviços, de operação e de leitura. Ou seja, o operador responsável por operar o sistema, também é responsável por realizar a leitura dos hidrômetros.

Aprofundando-se na ideia de eficiência de operação dos SAA's pelo SISAR Alto Pajeú, e buscando saber como é a relação dos clientes junto ao SISAR, conforme o gráfico presente na Figura 36, os participantes avaliaram a comunicação com o SISAR.

Figura 36 – Avaliação de comunicação com o SISAR



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 36, dentre os participantes, 87% informaram que a comunicação com o SISAR é ótima, 13% alegou que a comunicação é regular, e nenhum dos participantes avaliou a comunicação com o SISAR Alto Pajeú como sendo ruim.

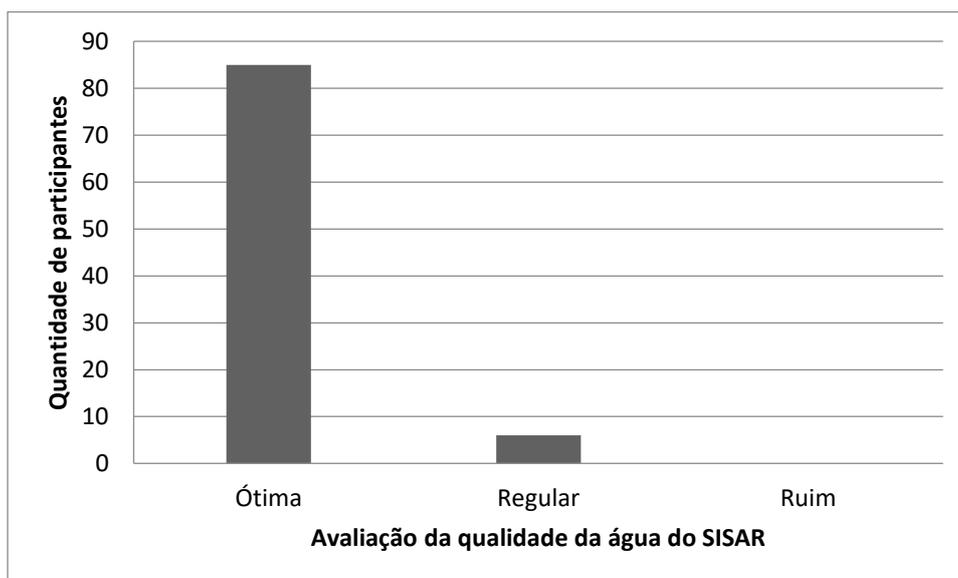
O SISAR Alto Pajeú além de possuir escritório localizado na sede da Compesa, no município de Afogados da Ingazeira, também possui atendimentos remoto via celular e via *whatsapp*. Outro fator que colabora para que a comunicação seja efetiva, é a proximidade e fácil acesso dos presidentes das associações junto ao presidente do SISAR, ademais, são rotineiras as ações do SISAR nas comunidades, seja por meio do presidente ou por meio de algum representante.

Castro (2015), relata que em sua experiência no âmbito do SISAR Ceará, notou que também existia um contato regular das associações junto ao SISAR, principalmente por meio do operador, que telefonava para reportar sempre que havia

algum problema, bem como, membros, presidentes e diretores da associação se deslocam ao escritório para participar de reuniões ou treinamentos, deste modo, os fluxos de comunicação são bidirecionais.

Ainda na oportunidade, os participantes foram solicitados para avaliar a qualidade da água que é ofertada pelo SISAR, entre ótima, regular e ruim, conforme o gráfico da Figura 37.

Figura 37 – Avaliação da qualidade da água



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 37, 93% dos participantes avaliaram a água do SISAR como sendo ótima, e 7% como regular, nenhum dos participantes avaliou a qualidade da água como ruim.

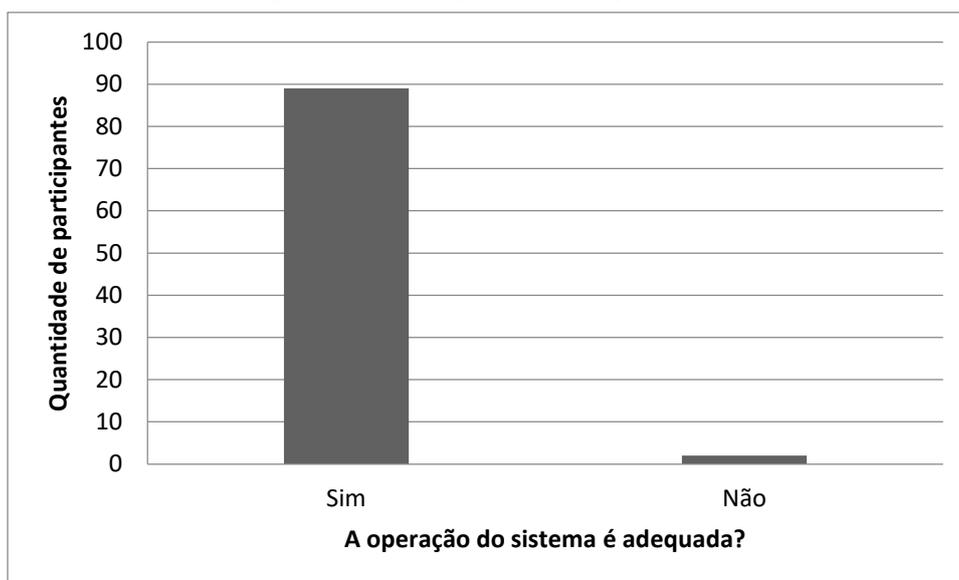
A água ofertada pelo SISAR é uma água tratada, que se difere das demais águas já utilizadas por essa população, onde algumas comunidades já chegaram a ser abastecidas com água bruta de barragem, por exemplo. Deste modo, a população se mostra bastante satisfeita com a qualidade da água. Ainda vale salientar que parte dos sistemas tratam a água da transposição do rio São Francisco para a distribuição, e, a água da transposição já possui uma qualidade excelente quando comparada com outras fontes brutas.

Conforme Cruz (2015), ao se considerar a qualidade da água como um aspecto de avaliação, é fundamental também conhecer a percepção dos usuários, visto que, ainda que uma fonte de água esteja dentro dos padrões de potabilidade previstos pelo Ministério da Saúde, existem aspectos culturais que interferem na percepção da população podendo ser motivos para eles não utilizarem. Deste modo, avaliar a

qualidade da água sobre o ponto de vista dos usuários também é de extrema importância.

Os participantes ainda foram questionados, conforme o gráfico da Figura 38, sobre o método de operação do SISAR, se ele é adequado.

Figura 38– Avaliação da operação do sistema

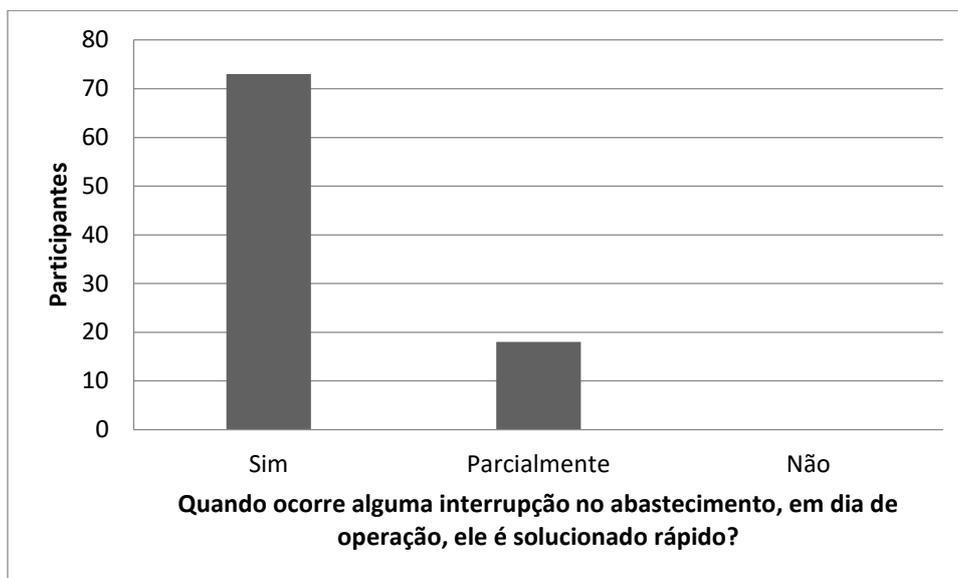


Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 38, 98% dos participantes responderam que sim e somente 2% respondeu que não. Esse resultado é um recorte que revela a satisfação da população que vem sendo abastecida com o SISAR, que é um modelo recém implantado no Estado de Pernambuco.

Ainda buscando compreender mais sobre a percepção da população no que diz respeito a operação do sistema, os participantes foram questionados sobre quando ocorre uma interrupção no abastecimento em dia de operação em decorrência de algum problema, se este problema é solucionado rápido (Figura 39).

Figura 39 – Agilidade para retornar à operação em situações de interrupção



Fonte: Própria autora, 2024.

De acordo com o gráfico da Figura 39, 80% dos participantes relataram que em situação de interrupção no abastecimento em dia de operação, o problema é solucionado rápido, 20% respondeu parcialmente. Nenhum dos participantes relatou existir demora na retomada do abastecimento.

A agilidade na retomada do abastecimento é, também, um reflexo dos operadores dos sistemas residirem dentro das próprias comunidades, sendo assim notificado em tempo hábil para ir atrás das soluções. Bem como, é um reflexo do empenho dos operadores no exercício da atividade, no comprometimento em não deixar a comunidade desabastecida por longos períodos, dada a importância da água no dia-a-dia e como cada “gota” importa para essa população que já passou tanto tempo desabastecida.

Ainda buscando compreender a satisfação da população, os participantes responderam ao seguinte questionamento “Em sua opinião, o que poderia ser melhorado no modelo do SISAR?“, onde as respostas foram variadas, mas nenhuma veio acompanhada de reclamações.

Mais de 80% das pessoas responderam que nada precisaria melhorar no modelo SISAR, que estavam satisfeitos, que gostariam que o modelo fosse replicado em outras comunidades, conforme as seguintes falas, por exemplo: “Não tenho o que dizer tá ótima, pena que ainda tem muitas comunidades próximas que precisam muito, que ainda não tem essa bênção maravilhosa”, “Que mais comunidade venham usufruir desta riqueza”.

Duas pessoas de uma comunidade cuja captação é realizada em um poço, relataram a insatisfação na qualidade da água que é salobra: “A minha comunidade ser abastecida pela adutora, até o momento é água de poço, muito salgada” e “O sal da água da minha comunidade que ainda é de poço por enquanto”.

Algumas pessoas ainda relataram que para melhorar ainda mais o modelo, seria excelente para as comunidades aumentar o volume de água dentro da tarifa mínima, de 8m<sup>3</sup> para 10m<sup>3</sup>, utilizaram como exemplo o método utilizado pela Compesa.

No mais, os participantes se sentiram à vontade para externar a gratidão e validarem o modelo, conforme as seguintes falas: “Pra mim está tudo ótimo. Só temos a agradecer por receber uma água tão boa”, “Não tenho o que reclamar pra mim está tudo ótimo”, “Olha, na minha opinião, não acho que deva melhorar alguma coisa, pois tem comunicação, tem acolhimento, se precisar tirar dúvidas tanto o presidente do SISAR como o operador tiram toda hora, então só peço que continue assim”. Entre tantas outras falas no mesmo sentido.

Por meio deste último questionamento, foi possível notar que o trabalho desempenhado pelo SISAR Alto Pajeú é bem aceito pelas comunidades beneficiadas, que se mostraram satisfeitas com o modelo de gestão compartilhada e gratas pelo esforço das partes envolvidas para que a água chegue nas torneiras.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca pela universalização de abastecimento de água, as populações rurais e difusas do Estado de Pernambuco devem ser consideradas. Dentro das políticas públicas de desenvolvimento social e econômico, deve-se priorizar os investimentos em infraestrutura hídrica para a zona rural, onde além destes investimentos, também seja fomentado o modelo de autogestão dos sistemas de abastecimento implantados, contribuindo de forma significativa para a sustentabilidade destes sistemas, beneficiando a população rural que vive na zona rural do Estado e lá pretende permanecer.

Sendo assim, os recursos e esforços investidos na implantação do SISAR em Pernambuco têm proporcionado diversas mudanças para a vida das populações rurais que são beneficiadas. A chegada da água possui significados diversos para cada um dos beneficiados, garantindo que um de seus direitos mais básicos como cidadãos seja atendido, contribuindo na redução de vários aspectos de vulnerabilidade.

Os resultados obtidos no presente estudo apontam diversas melhorias no que tange a qualidade de vida, uma vez que a política de saneamento básico também impacta em outras políticas, por exemplo, as relacionadas a saúde e segurança alimentar, que eram necessárias, no dia-a-dia da população beneficiada, mostrando que o SISAR enquanto política pública vem cumprindo o seu papel.

Ainda é possível notar que a diversidade dos atores envolvidos (moradores, associações, equipe técnica do SISAR e órgãos governamentais), proporciona uma maior sustentação ao programa, diferenciando de outros modelos já implantados, mas que não obtiveram sucesso. Por meio das análises foi possível observar que na região do Alto Pajeú, o modelo de autogestão possui um bom desempenho operacional, institucional e financeiro, pois garante água na torneira da população de maneira satisfatória dentro de um padrão de sustentabilidade de negócio, indicando que pode ser replicado em outras comunidades, como já vem ocorrendo por meio de ações do Governo do Estado.

Famílias que em sua maioria possuem pelo menos uma criança viviam há muito tempo ou a vida inteira sem possuir água na torneira, muitas delas se quer possuíam ligações hidráulicas em sua residência antes da chegada da água notaram melhoria na saúde da população, relataram estar economizando financeiramente com o valor pago na água, uma vez que, as fontes alternativas utilizadas anteriormente além de inseguras possuíam um preço onerado.

Todas as melhorias relatadas remetem a validação e aprovação do modelo de autogestão que é o SISAR Alto Pajeú. Aspectos como operação, qualidade de água, comunicação e outros foram aprovados pelos usuários e diante do sucesso do modelo já difundido há mais de 30 anos no Ceará e frente a aprovação dos usuários no Alto Pajeú, fica evidente a necessidade e a segurança dos investimentos realizados pelo Governo do Estado afim de garantir água nas torneiras da população rural da região.

O padrão socioeconômico das comunidades se enquadra majoritariamente na classe E, uma vez que a maioria das famílias possuem uma renda mensal inferior a dois salários mínimos. Outro resultado que remete a ausência ou baixa disponibilidade de recursos é o fato de 15% dos entrevistado não dispor de fossas e ainda possuem seus esgotos a céu aberto.

Ainda nesse sentido, o SISAR possui a aprovação da população também em decorrência de uma economia financeira, visto que as famílias costumavam gastar antes da chegada da água do SISAR, o dobro ou triplo do que é gasto hoje pagando a tarifa do SISAR, que oferta uma água de qualidade.

A operação, que também é aprovada pela população beneficiada, se mostra eficiente por conseguir proporcionar a população a água tratada e em quantidades satisfatórias, até mesmo para aqueles que não são abastecidos todos os dias da semana. O modelo do SISAR, em coerência com o que defendem diversos pesquisadores com base na experiência de outros Estados, preenche um vácuo institucional existente nos âmbitos de operação, manutenção e gestão dos sistemas de abastecimento de água no meio rural no Brasil, sendo um modelo que apesar de ainda estar sendo difundido em Pernambuco, já é aprovado pela maioria dos usuários na região do Alto Pajeú.

A implantação do SISAR no Alto Pajeú, além de reduzir o êxodo rural, colabora com o êxodo urbano, muitas pessoas tendem a retornar as comunidades rurais quando se deparam com as oportunidades que a chegada da água proporciona, uma vez que, conforme os resultados obtidos no estudo, a população consegue, por meio da chegada da água, ser mais produtiva e assim possuir um aumento de renda.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Catarina de. Declaração oficial da Relatora Especial sobre o direito humano à água e saneamento ao finalizar a sua visita ao Brasil em dezembro de 2013. Brasília, 2013. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/declaracaooficial-da-relatora-especial-sobre-o-direito-humano-a-agua-e-saneamento-aofinalizar-a-sua-visita-ao-brasil-em-dezembro-de-2013/> >. Acesso em 20 jun. 2024.

ALMEIDA, Alessandra Barboza Barros et al. USO DO GOOGLE FORMS PARA AVALIAÇÃO DO ENSINO: UTILIZAÇÕES DE FORMULÁRIOS EM SALA DE AULA NO ENSINO FUNDAMENTAL I. Revista Amor Mundi, v. 4, n. 6, p. 205-211, 2023.

ALMEIDA, Carliana Lima; FALCÃO, José Sobrinho. Convivência com o semiárido a partir do uso de cisternas de placas no município de Frecheirinhas, estado do Ceará, Brasil. Agua y Territorio/Water and Landscape, n. 15, p. 89-100, 2020.

ALVES, Francisco Glauber César; DE VILELA ARAÚJO, Flávia Telis. Sistemas de abastecimento em comunidades rurais do semiárido: a implantação do SISAR em Cristais, Cascavel, CE. Revista Tecnologia, v. 37, n. 1/2, p. 78-86, 2016.

ALVES, O. The case of SISAR. Presentation made at Round Table, v. 1, 2015.

ALVES, F.; KOCHLING, T.; LUZ, J.; SANTOS, S. M.; GAVAZZA, S. Water quality and microbial diversity in cisterns from semiarid areas in Brazil. Journal of Water and Health, v. 12, n. 3, p. 513-525, 2014.

ANA. Informe anual. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, n. 11, p. 100, 2019.

ANA. Atlas Nordeste - Alternativas de oferta de água para as sedes municipais da Região Nordeste do Brasil e do norte de Minas Gerais. 2006.

ASFORA, M.; LACERDA, M.; LIMA, M. Diagnóstico da seca 2011-2016 em Pernambuco: impactos e políticas de mitigação. Parcerias Estratégicas, Brasília - DF., v. 22, n. 44, p. 247–273, 2017.

BOLFARINE, Heleno; DE OLIVEIRA BUSSAB, Wilton. Elementos de amostragem. Editora Blucher, 2005.

BORJA, P.; MORAES, L. R. Paradigmas tecnológicos do saneamento básico no Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade, v. 5, p. 188-200, 2020.

BRASIL. Lei nº 14.026, de julho de 2020. Atualiza o marco legal do Saneamento Básico e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2020.

BRASIL; MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Municípios devem elaborar seus Planos de Saneamento Básico até dezembro de 2022. 2020. Disponível em: <https://www.mdr.gov.br/ultimas-noticias/12590-municipios-devem-elaborar-seus-planos-de-saneamento-basico-ate-dezembro-de-2022>. Acesso em: 17 Out. 2023.

BRASIL. Plano Nacional de Saneamento Básico: Documento em revisão submetido à apreciação dos Conselhos Nacionais de Saúde, Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional. 2019.

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa. 260 p. ISBN: 978-85-7346-065-0. 2019.

BRASIL. Portaria Interministerial nº 571, de 5 de dezembro de 2013. Aprova o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Ministério das Cidades. Brasília. 2013.

BRASIL. Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB, 2013.

BRASIL. Decreto nº 8.039, 4 de julho de 2013. Altera o Decreto nº 7.535, de 26 de julho de 2011, que institui o Programa Nacional de universalização do Acesso e Uso da Água - "ÁGUA PARA TODOS". 2011.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de Informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Brasília: IBGE, 2010.

CAIÇARA, Thamires Macêdo SA et al. Panorama do abastecimento de água no semiárido brasileiro. *Exatas & Engenharias*, v. 12, n. 35, p. 22-40, 2022.

CASTRO, Livia Arruda; TALEIRES, Flávia Cristina da Silva Sousa; SILVEIRA, Samara Silva. Índice de desenvolvimento humano em municípios que possuem sistema integrado de saneamento rural: uma análise comparativa. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 26, p. 351-357, 2021.

CASTRO, Sebastião Venâncio. Análise do sistema integrado de saneamento rural SISAR, em sua dimensão político-institucional, com ênfase no empoderamento das comunidades participantes. 2015.

CHAVES, Vitor Tonzar; TOMAZ, Fábio Alves; CONTRERA, Ronan Cleber. Avaliação do desempenho de uma tecnologia apropriada para o saneamento rural. EDIÇÃO ESPECIAL SANEAMENTO RURAL, p. 173, 2019.

CRUZ, Bernardo Aleixo de Sousa. O EFEITO DO ACESSO À ÁGUA NA ÁREA RURAL NA REDUÇÃO DA VULNERABILIDADE: O CASO DO SISAR/CE.

CAMARGO, Juliane de Cássia Silveira. O Sistema Integrado de Saneamento Rural-SISAR: uma política. 2022.

CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. In: BICUDO, C. E. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (Org.). Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. Cap. 5. p. 81-91.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200005>.

COLARES, Henrique Freire. Determinação da rentabilidade dos aluguéis através de modelos comparativos de dados de mercado. 2019.

COSTA, Raul Leite da et al. Tratamento de água cinza para reúso agrícola no semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 27, n. 5, p. 1031-1040, 2022.

COSTA, Marilene Fragas. Estudo para elaboração de instrumento de seleção para preservação de periódicos científicos raros: estabelecendo prioridades. 2015.

COSTA, Giovani Glaucio de Oliveira. Curso de estatística básica: teoria e prática. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2015.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. Plano. Pesquisa de Métodos Mistos-: Série Métodos de Pesquisa. Penso Editora, 2015.

DA CRUZ, Izaclaudia Santana et al. Estudo comparativo das condições de saneamento rural em municípios do Norte e Nordeste brasileiro. Brazilian Journal Of Development, v. 6, n. 8, p. 54988-55006, 2020.

DA SILVA, P. C. G.; BRITO, LT de L. Tecnologias para captação e uso da água em comunidades rurais no Semiárido. 2023.

DA SILVA, Diêgo Alan Mangueira; DE OLIVEIRA MOURA, Marcelo. Registros de desastres associados à estiagem e seca na região do Alto Sertão da Paraíba. Revista de Geociências do Nordeste, v. 4, p. 126-136, 2018.

DE ALENCAR, Isabela Zacarias et al. Ausência de saneamento básico e sua relação com a diarreia em crianças no nordeste brasileiro, nos anos de 2007 a 2019: uma revisão de literatura. Estação Científica, v. 13, n. JUL./DEZ., 2019.

DE AZEVÊDO, Andrea Carla. Verso e reverso das políticas públicas de água para o semiárido brasileiro. Rev. Política e Planej. Reg., v. 2, p. 373-392, 2015.

FANTIN, Marcel et al. Tecnologia social de saneamento básico: reflexões a partir de uma ação extensionista no assentamento Nova São Carlos. Revista Retratos de Assentamentos, v. 24, n. 1, 2021.

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. Manual de análise de dados. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

FETTERS, Michael D.; MOLINA-AZORIN, José F. The journal of mixed methods research starts a new decade: The mixed methods research integration trilogy and its dimensions. Journal of Mixed Methods Research, v. 11, n. 3, p. 291-307, 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE -FUNASA. Programa Nacional de Saneamento Rural –PNSR. 2017. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/programa-nacional-de-saneamento-rural-pnsr>. Acesso em: 15 Out. 2023.

GARRIDO, J., ROCHA, W., GAMBRILL, M., COLLET, H.. Estudo de modelos de gestão de serviço de abastecimento de água no meio rural no Brasil: Parte I Relatório Principal. Brasília: Banco Mundial, 2016.

GRAHAM, Jay P.; HIRAI, Mitsuaki; KIM, Seung-Sup. An analysis of water collection labor among women and children in 24 sub-Saharan African countries. PloS one, v. 11, n. 6, p. e0155981, 2016.

GUIMARÃES, Rosiane Correa; RODRIGUES SILVA, Márcio. AS POTENCIALIDADES DO KOBOTOOLBOX COMO FERRAMENTA PARA ANÁLISE GEOGRÁFICA DE CATALÃO (GO) ENTRE 2012 E 2020. Geoambiente On-line,

Goiânia, n. 41, 2021. DOI: 10.5216/revgeoamb.i41.70185. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/70185>. Acesso em: 9 nov. 2023.

HALLER, Laurence; HUTTON, Guy; BARTRAM, Jamie. Estimating the costs and health benefits of water and sanitation improvements at global level. *Journal of water and health*, v. 5, n. 4, p. 467-480, 2007.

Heller, L; Pádua, V. L.(2016).Abastecimento de Água para Consumo Humano. 3ª edição. Volume 01, editora UFMG. Belo Horizonte.

INSTITUTO TRATABRASIL (ITB). *Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento brasileiro* Brasil, 2018. Disponível em: [http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/sumario\\_executivo.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/beneficios/sumario_executivo.pdf). Acesso em 23 out. 2023.

JONES, Edward et al. The state of desalination and brine production: A global outlook. *Science of the Total Environment*, v. 657, p. 1343-1356, 2019.

LAFAYETTE, Fernandha Batista. Proposta e avaliação de modelo de gestão de abastecimento de água no meio rural no estado de Pernambuco. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

LORDELO, L. M. K., BORJA, P. C., PORSANI, M. J., MORAES, L. R. S., ORRICO, S. R. M. Avaliação do uso e funcionamento das cisternas do P1MC – um estudo no semiárido baiano. *Revista Gesta*. V. 5, n. 2, p. 107-121. 2017.

MACHADO, POLIANA BRANDÃO; DE SANTANA, FEIRA. CONSUMO DE ÁGUA EM LOCALIDADES RURAIS DO SEMIÁRIDO. 2019.

MALVEZZI, Roberto. Semi-árido: uma visão holística. Confea, 2007.

MARENCO, Jose A. et al. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias estratégicas*, v. 27, p. 149-175, 2008.

MARENCO, José A. et al. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 90, p. 1973-1985, 2017.

MONTEIRO, Gabriela Torres Gonçalves et al. IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA PÓS-IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA INTEGRADO DE SANEAMENTO RURAL: RESULTADOS NO SISAR MOXOTÓ EM PERNAMBUCO. 2024.

MOTA, Junior Cesar. Formações continuadas em educação ambiental: características e limitações. Revista Espaço Acadêmico, v. 17, n. 192, p. 59-68, 2017.

NASCIMENTO, Anna Jessyca Corrêa et al. Estado da arte das tecnologias sociais de esgotamento sanitário: conceitos e principais alternativas aplicadas na Amazônia. Cadernos UniFOA, v. 17, n. 50, p. 1-11, 2022.

NOGUEIRA, Ana Célia de Souza; DE SOUZA CRUZ, Bernardo Aleixo; DE LIMA, Sonaly Cristina Rezende Borges. Comprometimento da renda para acesso à água em uma comunidade rural no Nordeste do Brasil. Anais dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social-ISSN 2594-7060, v. 14, n. 1, 2017.

ORRICO, Silvio Roberto Magalhães. Sistema associativo de saneamento e seus efeitos sobre a população em comunidades do semi-árido baiano. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RABELO, Davi Rodrigues; DA SILVA SANTOS, Marcos Ronielly; DE SOUSA FILHO, Mario Rodrigues Pinto. Análise comparativa dos dados pluviométricos de satélite e de superfície em bacia hidrográfica semiárida. Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto, v. 3, n. 1, 2022.

RESENDE, Rachel G.; FERREIRA, Sindymara; FERNANDES, Luiz Flávio Reis. O saneamento rural no contexto brasileiro. Revista Agrogeoambiental, v. 10, n. 1, p. 131-149, 2018.

ROCHA, Wilson Dos Santos. Estudio de caso del sistema integrado de saneamiento rural (SISAR) en el Brasil. 2013.

RODRIGUES, Elyfas Allyjackson Moraes. Avaliação de impacto e de sustentabilidade financeira para política pública de saneamento rural no estado de Pernambuco. 2022.

RODRIGUES, Allan Junior Silva. CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: A PERCEPÇÃO DO USO DAS TECNOLOGIAS SOCIAIS HÍDRICAS EM OURO BRANCO-AL / Allan Junior Silva Rodrigues. 2021.

ROLAND, Nathalia; HELLER, Léo; REZENDE, Sonaly. A entrada na agenda brasileira do Projeto Nacional de Saneamento Rural (1985). *Revista de Administração Pública*, v. 54, p. 1654-1671, 2020.

SALVIANO, Marcos Figueiredo; GROppo, Juliano Daniel; PELLEGRINO, Giampaolo Queiroz. Análise de tendências em dados de precipitação e temperatura no Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, p. 64-73, 2016.

SANTANA, Alexandre Carlos Araújo De. Avaliação do gerenciamento da cisterna calçadão, enquanto tecnologia ambiental utilizada por família de agricultores no semiárido pernambucano. 2015.

SANTOS, Marcus Vinícius Albuquerque et al. Avaliação da qualidade da água e manejo de cisternas domiciliares em comunidade rural do Oeste da Bahia (Brasil). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 11, n. 1, 2023.

SARGI, Chadi et al. Assessment and comparison of probability scores to predict giant cell arteritis. *Clinical Rheumatology*, p. 1-9, 2023.

SILVA, J. F.; RODRIGUES, M. J.; SILVA, M. R. UTILIZAÇÃO DO KOBOTOOLBOX PARA CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE SAÚDE DA REDE MUNICIPAL DE JATAÍ-GO, 2019. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, Uberlândia, p. 120–135, 2022. DOI: 10.14393/Hygeia64264. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/64264>. Acesso em: 8 nov. 2023.

SILVA, Santiago Soares; SILVA, Marcio Rodrigues. UTILIZAÇÃO DO KOBOTOOLBOX COMO FERRAMENTA DE OTIMIZAÇÃO DA COLETA E TABULAÇÃO DE DADOS EM PESQUISAS CIENTÍFICAS. *Geoambiente On-line*, Goiânia, n. 36, p. 122–140, 2020. DOI: 10.5216/revgeoamb.vi36.58264. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/58264>. Acesso em: 20 set. 2023.

SILVA, Ivan Conceição Martins da; SILVA, Marina Hastenreiter; SANTOS, Mayra Laborda. Condições de trabalho em casa durante a pandemia: uma análise do discurso do sujeito coletivo dos trabalhadores do setor de agências de turismo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, v. 15, p. 2200, 2021.

SILVA, Santiago Soares da et al. Assentamentos rurais e seus efeitos socioespaciais no município de Caiapônia (GO). 2019.

SILVA, Bárbarah. As relações de gênero e o saneamento: um estudo de caso envolvendo três comunidades rurais brasileiras. 2017. Dissertação Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.

SILVA, S. R.; BARBOSA, I. R.; CAETANO, T. O.; SILVA, D. J. Usos e Usuários das Águas de Aluvião. v. 1. 2016.

SILVA, NN da. Amostragem probabilística: um curso introdutório. 1. reimpr. São Paulo. Edusp, 2004.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto, 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

SUDENE. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Conselho Deliberativo. Resolução nº 107, de 27 de julho de 2017. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Recife: Ministério da Integração Nacional, 2017a. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/3c8b249e-8ec3-4db1-112-b188-bab3c3c3240f/attachments/Resolucao-107-2017-CONDEL-SUDENE.pdf>. Acesso em: 04 set. 2023

SUDENE. SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Conselho Deliberativo. Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, de 27 de julho de 2017b. Fortaleza: Ministério da Integração Nacional, 2017b. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centraisde-conteudo/resolucao1152017-pdf>. Acesso em: 04 set. 2023.

TOMASELLA, J.; VIEIRA, R. M. S. P.; BARBOSA, A. A.; RODRIGUEZ, D. A.; SANTANA, M. de O.; SESTINI, M. F. Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000-2016. International Journal Of Applied Earth Observation And Geoinformation, [S.l.], v. 73, n. 1, p. 197-206, dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2018.06.012>.

ZANELLA, Maria Elisa. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, n. 36, p. 126-142, 2014.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO EXTRAÍDO DO SOFTWARE

16/04/24, 14:36

Projeto de pesquisa de mestrado - Thamires Moura

### Projeto de pesquisa de mestrado - Thamires Moura

Quantas pessoas residem no imóvel?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 4 ou mais de 4

Quantas crianças há na casa?

- 1
- 2
- 3
- 4 ou mais de 4

A família é beneficiária de algum programa de transferência de renda? Se sim, qual?

---

Qual a renda da família?

- Meio salário mínimo
- Um salário mínimo
- Dois salários mínimos
- Mais de dois salários mínimos

Você possui banheiro em casa?

- Sim
- Não

O banheiro fica dentro ou fora da residência?

- Dentro
- Fora

Você possui fossa?

- Sim
- Não

16/04/24, 14:36

Projeto de pesquisa de mestrado - Thamires Moura

**Nível de escolaridade**

- Fundamental incompleto
- Fundamental completo
- Médio incompleto
- Médio completo
- Superior incompleto
- Superior completo

**Há quanto tempo você reside nesse imóvel?**

- Entre 0 e 2 anos
- Entre 2 e 5 anos
- Entre 5 e 10 anos
- Mais de 10 anos

**Quanto tempo passou sem água?**

---

**Há quanto tempo está recebendo água?**

---

**Realizou melhorias na infraestrutura da casa após a chegada da água, se sim, qual?**

---

**Qual era a fonte de abastecimento da família?**

- Carro pipa
- Poço
- Chafariz
- Outro

**Coletavam água fora do perímetro do domicílio? Se sim, quanto tempo era gasto com o deslocamento?**

- Não
- Entre 0 e 30 minutos
- Entre 30 minutos e 1 hora
- Entre 1 e 2 horas
- Mais de 2 horas

**Qual a distância aproximada entre a residência e a antiga fonte de água?**

- Até 500 metros
- Entre 500 metros e 1 quilômetro
- Entre 1 e 5 quilômetros
- Mais de 5 quilômetros

16/04/24, 14:36

Projeto de pesquisa de mestrado - Thamires Moura

**Quais pessoas realizavam esse deslocamento?**

- Todos da família
- Principalmente mulheres e crianças

**O tempo que era gasto no deslocamento, hoje vem sendo destinado à o que?**  

---

**Qual o meio de transporte utilizado para o deslocamento?**

- Carro
- Carro de boi
- Moto
- A pé
- Outros

**Em caso de carro pipa, quantos metros cúbicos eram comprados, quanto tempo durava e qual era o valor pago?**  

---

**Onde a água era armazenada?**  

---

**Você utiliza alguma outra fonte de água além do SISAR?**  

---

**Atualmente, qual o valor pago ao SISAR?**  

---

**Você vem adotando alguma medida para economizar água?**  

---

**Você acha que financeiramente compensou aderir ao SISAR? Você está economizando?**  

---

**O dinheiro que está sendo economizado, vem sendo destinado para alguma outra coisa?**  

---

**Você notou alguma mudança na saúde das pessoas após a chegada da água?**  

---

**Qual a principal mudança que a chegada da água causou na sua vida/rotina?**  

---

**Sobre o abastecimento na sua residência: Quantos dias chega água na sua casa?**

- Todos os dias
- 1 ou 2 dias na semana
- 3 ou 4 dias na semana
- 5 ou 6 dias na semana

16/04/24, 14:36

Projeto de pesquisa de mestrado - Thamires Moura

**Quando ocorre uma interrupção no abastecimento em dia de operação em decorrência de algum problema, é solucionado rápido?**

- Sim
- Parcialmente
- Não

**Em sua opinião, o que poderia ser melhorado no modelo do SISAR?**

---

**Como você avalia a comunicação junto ao SISAR?**

- Excelente
- Boa
- Regular
- Ruim
- Péssima

16/04/24, 14:36

Projeto de pesquisa de mestrado - Thamires Moura

**A quantidade de água que chega e na frequência que chega, tem sido o suficiente?**

- Sim  
 Não

**Quando a água chega em sua residência, você enche algum reservatório?**

- Sim  
 Não

**Você utiliza a água para alguma outra finalidade sem ser doméstica?**

- Somente finalidade doméstica  
 Agricultura  
 Dessedentação animal

**Você acha o valor da tarifa, um valor justo?**

- Sim  
 Não

**E o valor que é pago ao operador?**

- Sim  
 Não

**Como você avalia a ação conjunta entre o SISAR e a comunidade?**

- Ótima  
 Boa  
 Regular  
 Ruim  
 Péssima

**Como você avalia a qualidade de água do SISAR?**

- Ótima  
 Boa  
 Regular  
 Ruim  
 Péssima

**Você acha que a operação do sistema é adequada?**

- Sim  
 Não