



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Pará

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ  
CAMPUS BELÉM  
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIA SOCIAL EM SANEAMENTO, SAÚDE E AMBIENTE  
NA AMAZÔNIA**

**OZAÍDE FARIAS SERRÃO**

**ALTERNATIVA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO DISTRITO  
SANTA FÉ - MARABÁ/PA: ESTUDO DE CASO NA EMEF MARIA DAS NEVES E  
SILVA**

BELÉM  
2022  
OZAÍDE FARIAS SERRÃO

**ALTERNATIVA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA NO DISTRITO  
SANTA FÉ - MARABÁ/PA: ESTUDO DE CASO NA EMEF MARIA DAS NEVES E  
SILVA**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Belém, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia.  
Orientador(a): Silva do Socorro Carvalho Veloso

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)**

---

S487a Serrão, Ozaíde Farias.

Alternativa de aproveitamento de água da chuva no Distrito Santa Fé – Marabá, PA : estudo de caso na EMEF Maria das Neves e Silva / Ozaíde Farias Serrão. – Belém, 2023.

51 p.

Formato: PDF

Orientador (a): Silvana do Socorro Carvalho Veloso.  
Monografia (Especialização em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, 2023.

1. Tecnologia Social. 2. Saneamento Básico. 3. Água pluvial - aproveitamento. I. Título.

CDD: 628.162098115

---

Biblioteca/Instituto Federal do Pará - FPA/Campus Belém – PA  
Bibliotecária Cristiane Vieira da Silva – CRB-2/0013270

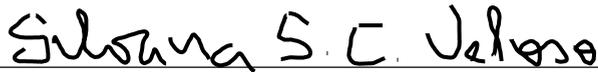
OZAÍDE FARIAS SERRÃO

**ALTERNATIVA DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA NO DISTRITO  
SANTA FÉ - MARABÁ/PA: ESTUDO DE CASO NA EMEF MARIA DAS NEVES E  
SILVA**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Belém, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Tecnologia Social em Saneamento, Saúde e Ambiente na Amazônia.

Data da defesa: 30/05/2023

Conceito: 8,4



Orientador(a): Profa. Dra. Silvana do Socorro Carvalho Veloso  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus  
Belém

**Valdinei Mendes da Silva**

Assinado de forma digital por Valdinei Mendes da Silva  
Dados: 2023.08.23 09:20:20 -03'00'

Membro: Professor Dr. Valdinei Mendes da Silva  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém

Documento assinado digitalmente



INGRID TATIANY RIBEIRO DE SOUZA MENDES

Data: 23/08/2023 11:39:54 -0300

Membro: Profa. Msc. Ingrid Tatiany Ribeiro de Souza Mendes  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém

## RESUMO

As comunidades mais afastadas dos centros urbanos de Marabá sofrem diante da problemática de baixa disponibilidade de água para o consumo, aonde grande parte é suprida pela presença de açudes, poços e cacimbas, apresentando déficit em sua infraestrutura sanitária. As Tecnologias Sociais apresentam-se como um conjunto de produtos, técnicas e metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação de determinada localidade ou região, representando efetivas soluções de transformação social a problemas que afetam direta e indiretamente a comunidade. A proposta da alternativa de aproveitamento de água da chuva à escola Maria das Neves, tem como o objetivo de fornecer água para fins não potáveis a comunidade escolar. Para tanto, o estudo utilizou como instrumento metodológico os dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Marabá, responsável pelo Plano de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de Marabá-2019/2024, e da identificação da problemática relacionada ao abastecimento de água local, mediante diálogos com a comunidade. Os resultados demonstraram que o Distrito Santa Fé possui apenas um sistema de captação de água subterrânea e grande parte da população possui poços individuais para o abastecimento de água de suas residências, e ainda há ocorrências de escassez de água, quando ocorre manutenção do sistema de abastecimento. As análises permitem deduzir sobre a viabilidade da instalação da TS do aproveitamento da água da chuva, como uma alternativa individual voltada para garantir o acesso à água. Tornando-se uma proposta promissora para a área rural do sudeste paraense, auxiliando na convivência da comunidade e aumentando sua qualidade de vida. Torna-se oportuno salientar, sendo a água um recurso que pode ser considerado renovável dependendo do fluxo de precipitação das chuvas, é fundamental o conhecimento da forma como a precipitação atual no ambiente no qual esteja inserido. Destaca-se ainda, a necessidade do engajamento das forças públicas e da mobilização da comunidade local, no intuito de ampliar a área de alcance desta tecnologia, desta forma, possibilitar a apropriação da proposta pelos beneficiários.

Palavras-chave: Tecnologia Social; Saneamento Básico; Aproveitamento de água da chuva.

## ***ABSTRACT***

The communities farthest from the urban centers of Marabá suffer from the problem of low availability of water for consumption, where a large part is supplied by the presence of dams, wells and wells, presenting a deficit in their sanitary infrastructure. Social Technologies are presented as a set of products, techniques, and replicable methodologies, developed in the interaction of a given location or region, representing effective solutions for social transformation to problems that directly and indirectly affect the community. The proposed alternative for using rainwater at the Maria das Neves school aims to provide water for non-potable purposes to the school community. To this end, the study used as a methodological instrument the data provided by the Municipality of Marabá, responsible for the Water Supply and Sanitary Sewage Plan of Marabá-2019/2024, and the identification of the problem related to the local water supply, through dialogues with the community. The results showed that the Santa Fé District has only one underground water collection system and a large part of the population has individual wells to supply water to their homes, and there are still instances of water shortages when the supply system is maintained. The analyzes allow deducing about the viability of installing the TS for the use of rainwater, as an individual alternative aimed at guaranteeing access to water. Becoming a promising proposal for the rural area of southeastern Pará, helping the community coexistence and increasing its quality of life. It is opportune to point out, since water is a resource that can be considered renewable depending on the flow of rainfall, it is essential to know how the current rainfall in the environment in which it is inserted. Also noteworthy is the need to engage public forces and mobilize the local community, to expand the area of reach of this technology, thus enabling the appropriation of the proposal by the beneficiaries.

*Keywords: Social Technology; Basic sanitation; Rainwater harvesting.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Ciclo da Tecnologia Social .....	19
Figura 02: Esquema de Captação da Água da Chuva .....	20
Figura 03: Esquema de um pluviômetro .....	21
Figura 04: Distribuição da população, segundo práticas sanitárias.....	23
Figura 05: Evolução do abastecimento de água nos domicílios brasileiros.....	24
Figura 06: Saneamento no Brasil.....	25
Figura 07: Mapa de localização do município de Marabá .....	26
Figura 08: Localização do Distrito Santa Fé – Marabá / PA.....	27
Figura 09: Fachada da EME Prof. <sup>a</sup> Maria das Neves e Silva.....	27
Figura 10: Chafariz próxima a EME Prof. <sup>a</sup> Maria das Neves e Silva .....	29
Figura 11: Análise das distâncias entre as Estações Automáticas.....	33
Figura 12: Localização da Estação Marabá / PA .....	33
Figura 13: Cobertura da EMEF Prof. <sup>a</sup> Maria das Neves e Silva.....	39
Figura 14: Vista do telhado em cerâmica da EMEF Prof. <sup>a</sup> Maria das Neves e Silva.....	40
Figura 15: Esquema de captação da água da chuva .....	46

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Chuva acumulada mensal – Estação Dom Eliseu .....	31
Gráfico 02: Chuva acumulado mensal – Estação Rondon do Pará .....	31
Gráfico 03: Chuva acumulada mensal – Estação Novo Repartimento .....	32
Gráfico 04: Chuva acumulada mensal – Estação Marabá-----	32
Gráfico 05: Média de Precipitação Acumulada Anual – Estação Marabá .....	35
Gráfico 06: Média da Precipitação Acumulada Mensal – Estação Marabá .....	35

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 01: Divisão dos Dados Primários e Secundários.....	30
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Catálogo de Estações Automatizadas .....	30
Tabela 02: Precipitação Anual entre 2014 e 2020 – Estação Marabá .....	34
Tabela 03: Precipitação Mensal entre 2014 e 2020 – Estação Marabá .....	34
Tabela 04: Valores de Runoff para diferentes usos de coberturas .....	41
Tabela 05: Volume de água da chuva captável da área da área do telhado. ....	41
Tabela 06: População Escolar.....	42
Tabela 07: Consumo de água na escola para fins menos nobres.....	42
Tabela 08: Estimativa de consumo de água com limpeza.....	43
Tabela 09: Estimativa de consumo de água com bacias sanitárias .....	43
Tabela 10: Estimativa de consumo de água com torneiras .....	44
Tabela 11: Demanda de consumo de água diária e mensal .....	44
Tabela 12: Esquema de captação de água da chuva .....	45

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
<b>3. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>16</b>
<b>4. ESTRUTURA .....</b>	<b>17</b>
<b>5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
5.1 Tecnologia Social.....	18
5.2 Aproveitamento da Água da Chuva.....	20
5.3 Índice Pluviométrico .....	21
5.4 Legislação.....	22
5.5 Doenças por veiculação hídrica .....	25
<b>6. METODOLOGIA.....</b>	<b>26</b>
6.1 Tipo de Estudo.....	26
6.2 Caracterização da Área de Estudo .....	26
6.3 Área de Estudo .....	27
6.4 Coleta e Tratamento de Dados. ....	29
6.4.1 Coleta de Dados.....	28
6.4.2 Tratamento de Dados.....	30
<b>7. TECNOLOGIA SOCIAL .....</b>	<b>36</b>
7.1 Proposta de Intervenção .....	36
7.2 Etapas .....	36
7.3 Detalhamento da Tecnologia Social.....	37
7.4 Processo Construtivo.....	39
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>50</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização e Problematização

O saneamento básico é um conjunto de serviços composto pelos sistemas de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, apresentando uma relação com a saúde pública e os serviços básicos de uma cidade. (MELO, 2019).

Teve sua origem na era moderna por via de uma visão hegemônica na ocorrência das grandes epidemias de cóleras em meados do século XIX. Um novo olhar se dirigiu para estas relações em fins do século passado com a ideia de promoção a saúde, no esforço de evitar doenças. Trata-se de um propósito maior, pois este relacionado a qualidade vida, intrinsecamente relacionado ao desenvolvimento das cidades. (SOUZA, 2015).

No Brasil, segundo De Oliveira (2022), o marco do regulatório do saneamento básico foi atualizado através das Leis 14.206 de 15 de julho de 2020 instituída pela Lei 11.445/2007, que dispõe das Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico.

Na lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), 2º Artigo e Inciso I, são apresentados os quatro componentes do saneamento, que abrangem um conjunto de serviços públicos de:

a) abastecimento de água potável, constituído pelas atividades, pela disponibilização, pela manutenção, pela infraestrutura e pelas instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e os seus instrumentos de medição; b) esgotamento sanitário, constituído pelas atividades, pela disponibilização e pela manutenção de infraestrutura e das instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até a sua destinação final para a produção de água de reuso ou o seu lançamento final no meio ambiente; c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbanas; d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

Segundo De Oliveira (2022), os 5.570 municípios brasileiros exercem a titularidade dos serviços de saneamento básico de abastecimento de água potável esgotamento sanitário drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos, diante das mais variáveis situações econômicas, financeiras e sociais, hidrológicas, geográficas e ambientais.

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE (2018), entre os 5.570 municípios brasileiros, 3.444 não possuem política de saneamento básico, o que corresponde a 61,8% do total. Ainda neste contexto, a Organização Mundial da Saúde (OMS) em parceria com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) (2017), afirmam que cerca de 29 milhões de brasileiros não possuem saneamento seguro, contribuindo para uma série de impactos negativos para a população. (MELO, 2019).

Dentro do aspecto do abastecimento de água, segundo Sarmento (2017), atualmente tem-se enfrentado inúmeros cenários com a falta d'água, embora seja entre os países da América do Sul, o Brasil o maior privilegiado, contando com uma reserva de água disponível de 28%, o que equivale a 12% da reserva mundial. Entretanto, devido sua grande diversidade climática e dimensão geográfica algumas regiões do país sofrem escassez de água.

Nesse sentido, Lobo et al. (2013) declara que estudos sobre tecnologia e sociedade, voltadas à melhoria das condições de vida de comunidades mais vulneráveis da população, vêm ganhando importância em debates sobre o desenvolvimento econômico e social, especialmente no sentido da viabilização de novas possibilidades tecnológicas. Um dos conceitos de TS mais aceitos atualmente é o relacionado a “produtos, técnicas ou metodologias replicáveis, desenvolvidas na interação com comunidades e representando soluções de transformação social.

Dentro deste contexto, certas comunidades se mostram suscetíveis a falta de saneamento básico e vulneráveis a doenças motivadas por esta falta. Muitas não possuem acesso ao sistema de abastecimento de água, sendo comum a seus moradores abrir poços ou se deslocarem a locais distantes em busca de água.

O estudo buscou conhecer a comunidade localizada no Distrito Santa Fé em Marabá no Pará. Fundada em 1980 após a implantação de assentamentos pelo INCRA, a Vila Santa Fé tem sua economia baseada na agricultura em geral de subsistência, agropecuária de corte e pequenos comércios e serviços. As vias públicas principais do Distrito são em grande parte pavimentadas e caracterizadas pela presença de habitações, predominantemente, em alvenaria

de blocos. Nas vias secundárias e periféricas, o chão é de terra batida, e grande parte das habitações é de taipa e madeira. (PNRS, 2019-2024).

A comunidade conta com 01 Escola Municipal de Ensino Fundamental, a EMEF Maria das Neves Silva, 01 Núcleo de Educação Infantil, o NEI Antônio Ribeiro 1 Posto de Saúde, o Pronto Socorro José Djalma de Azevedo. Dispõe ainda de Iluminação Pública, Telefones Públicos, Torre de Transmissão de Sinal Televisivo, Igreja, 01 Praça, 01 Campo de Futebol, 01 Cemitério Público, Delegacia e Posto Policial. (PNRS, 2019-2024).

O Distrito não tem Saneamento Básico adequado, ocasionando diversos transtornos à população e o sistema de abastecimento de água é o único serviço sanitário disponibilizado no distrito, ficando a cargo da comunidade a adoção de alternativas individuais para a disposição de seu esgoto e resíduos sólidos domésticos. Também não possui sistemas para a drenagem das águas pluviais, nem mesmo nas vias pavimentadas. (PNRS; 2019-2024).

A implantação de Tecnologias Sociais - TS é inserida como parte da estratégia para superação da pobreza, garantia da segurança alimentar e adaptação climática, sabendo da importância desse recurso natural para a humanidade em vista a necessidade de se buscar medidas paliativas para a sua obtenção, o presente trabalho é um estudo exploratório descritivo e documental, cujo finalidade é identificar, mapear os aspectos físicos, socioambientais e sanitários do sistema de abastecimento de água do Distrito Santa Fé e propor o uso da Tecnologia Social de aproveitamento da água chuva, por meio de técnica simples, as famílias residentes na comunidade desprovidas de abastecimento de água, visando a melhoria de suas condições de vida.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O estudo visa verificar a situação do abastecimento de água na EMEF Maria das Neves e Silva, localizada no Distrito Santa Fé, no município de Marabá/Pará e apresentar uma proposta de Tecnologia Social de aproveitamento de água da chuva, como estratégia para minimizar os impactos socioambientais local.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar as problemáticas relacionadas ao abastecimento de água na escola Maria das Neves;
- Caracterizar os elementos socioambientais da comunidade escolar;
- Mapear o atual abastecimento de água público do Distrito Santa Fé;
- Identificar os dados pluviométrico local para o aproveitamento de águas da chuva;
- Estimar o volume de água da chuva captável;
- Apresentar proposta de Tecnologia Social, a partir dos elementos encontrados.

### 3. JUSTIFICATIVA

O aproveitamento de água da chuva é um ato milenar realizada pelo homem, sendo uma opção viável e econômica para minimizar problemas relacionados a sua escassez.

Quando o regime pluviométrico local é favorável, a água da chuva representa qualidade e quantidade ideais para atender demandas principalmente para fins não potáveis.

De acordo com Embrapa (2022), o aproveitamento e o armazenamento da água de chuva são uma ótima alternativa para minimizar o problema de estiagens severas em algumas épocas do ano. Cita para fins não potáveis na utilização em descarga de vasos sanitários, na lavagem de carros e de calçadas, ou mesmo na irrigação de jardins, entre outros.

A falta de saneamento no Distrito de Santa Fé, foi um fator decisivo para a escolha da alternativa de aproveitamento de água da chuva para a comunidade, onde as Tecnologias Sociais – TS, são a introdução de técnicas alternativas replicáveis, desenvolvidas para comunidades, representando soluções de efetiva de transformações sociais.

Portanto, o presente trabalho justifica-se pela crescente preocupação com a disponibilidade dos recursos hídricos, a importância de usá-los de modo racional e demonstrar a viabilidade do aproveitamento de águas da chuva para fins não potáveis na Escola Municipal de Ensino Fundamental Maria das Neves e Silva. Sendo a TS desenvolvida, a partir do conhecimento das necessidades encontrada da comunidade e de dados pluviométricos da região, representando um produto como uma solução efetiva de transformações sociais para o público objeto deste estudo.

#### **4. ESTRUTURA**

O trabalho está dividido em seções além desta. Na presente sequência, está a seção 01, onde é apresentado as literaturas pesquisadas que fundamentaram o trabalho, com a finalidade apresentar o conceito de Tecnologia Social-TS, situa-se o uso da água da chuva num âmbito histórico e atual, apresentar a modelagem do sistema de aproveitamento da água da chuva e expor as Legislações e Normas existentes que contribuem para o seu uso para fins não potáveis.

Na seção 02, apresenta-se a metodologia realizada na coleta e análise dos dados que inclui a identificação da área de estudo, mapeamento do abastecimento público de água local, análise da problemática da comunidade estudada e conhecimento de dados Pluviométricos da região.

No trecho 03 deste trabalho mostrar-se-á a caracterização dos resultados do mapeamento do abastecimento público e a situação atual do consumo da água na escola, realizado ainda o tratamento dos dados pluviométricos para obtenção dos volumes de água da chuva e na sequência o procedimento gráfico e analítico do dimensionamento do reservatório, realizando um comparativo das situações de maior e menor precipitação média anual.

Por último na seção 04 é a apresentada a proposta da Técnica de Aproveitamento de Água da chuva a aplicada a escola estudada.

## 5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 5.1 Tecnologia Social

A Tecnologia Social - TS consiste em um desenvolvimento participativo com a comunidade, a fim de buscar a resolução de problemas sociais locais, buscando a transformação da sua realidade, a sustentabilidade, a inclusão social e a democratização do saber, com base em fundamento como: autonomia, tomada de decisões, coaprendizagem e reaplicação (JUNIOR; GEHLEN, 2020).

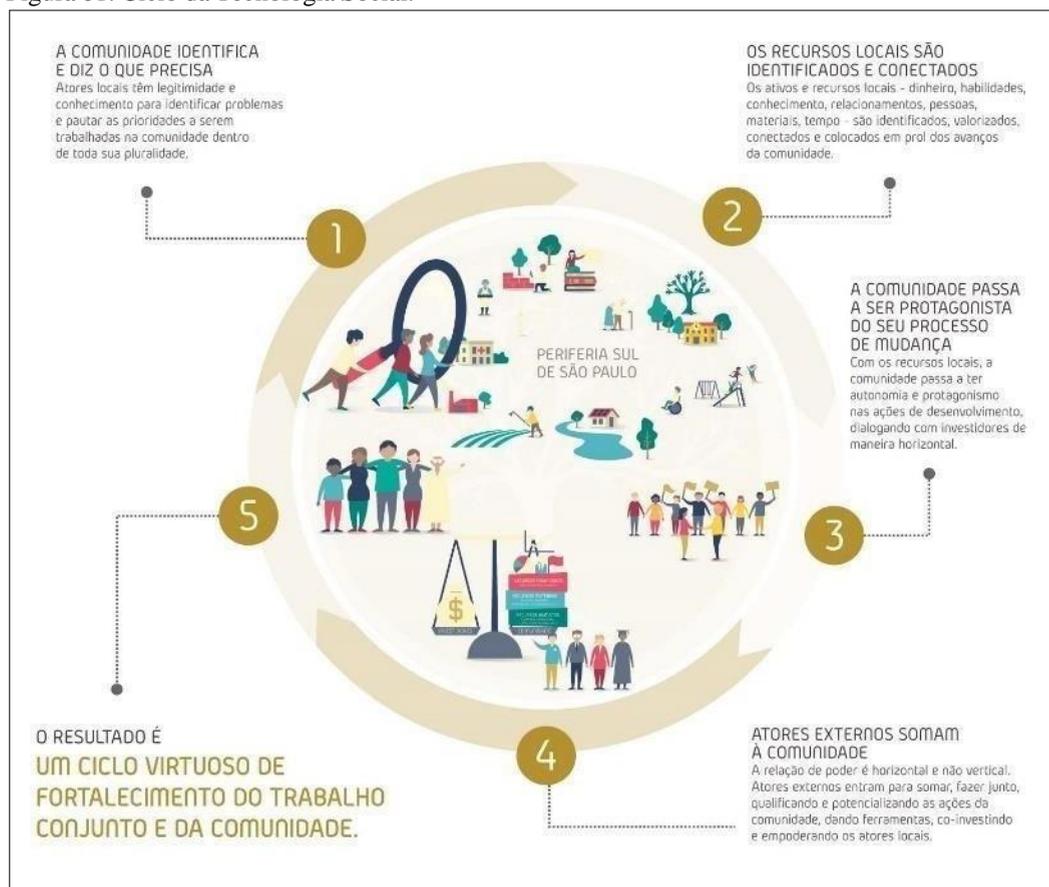
Um dos primeiros a chamar atenção para a resolução da desigualdade social em países periféricos foi o argentino Amílca Herrera, em sua visão, seria preciso formular um método próprio de pesquisa e desenvolvimento da ciência e tecnologia, que se possibilita a emergência de um conjunto de pressuposto ou paradigmas gerados internamente para servirem como marco no desenvolvimento de tecnologias direcionadas para as próprias necessidades e aspirações ( COSTA; 2013).

Segundo Dagnino, pesquisador sobre TS no Brasil, defini a TS como:

O resultado da ação de um coletivo de produtores sobre um processo de trabalho que, em função de um contexto socioeconômico que engendra a propriedade coletiva dos meios de produção, e de um acordo social que legitima o associativismo, o qual enseja no ambiente produtivo um controle autogestionário e uma cooperação de tipo voluntário e participativo, é capaz de alterar este processo no sentido de reduzir o tempo necessário à fabricação de um dado produto e de fazer com que a produção resultante seja dividida de forma estabelecida pelo coletivo. (DAGNINO, 2011 p. 1).

A proposta e as práticas de Tecnologias Sociais – TS no Brasil, segundo Costa (2013), ganharam destaque na última década, a partir do comportamento de importantes dos atores estatais da sociedade civil e do meio acadêmico. Pouco utilizada na década de 1990, ao longo dos anos teve fortalecimento por meio de um conjunto de soluções que podem responder à inclusão socioeconômica, ao modo que práticas na sociedade civil relacionadas com a proposta da economia solidária, passaram a se identificar com o conceito de tecnologia social. (Figura 01).

Figura 01: Ciclo da Tecnologia Social.



Fonte: Fundaçãoobn, (2022).

Ainda Costa (2013), relevantes instituições públicas, como a Fundação Banco do Brasil - FBB, dedicam-se a tornar prática Tecnologias Sociais de diferentes naturezas, e buscam dar visibilidade a esta proposta. Entre outras organizações, destacam-se os investimentos em Tecnologias Sociais realizados pelas empresas como a Petrobrás, pelo Sebrae, pela Caixa Econômica e pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome.

São diversos os grupos de pesquisa em Universidades e centros de estudos, a exemplo o Gapi da Unicamp que detém uma considerável trajetória de pesquisas sobre tecnologias sociais e as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil e na América Latina, o Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina, da Universidade de Brasília, além da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia que oferecendo um curso de pós-graduação intitulado Sociedade, Inovação e Tecnologia Social; e a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul organizou sua terceira Mostra de Tecnologias Sociais. (COSTA, 2013).

A tecnologia social Costa (2013), conta com um relevante campo de atores e de experiências hoje em curso, mas ainda enfrenta o desafio de se disseminar para outros setores sociais e de conquistar espaço de prioridades de pesquisa. Com o intuito de incidir em políticas públicas, através de ações governamentais, que adotem tecnologias sociais como atitudes de promoção da inclusão socioeconômica.

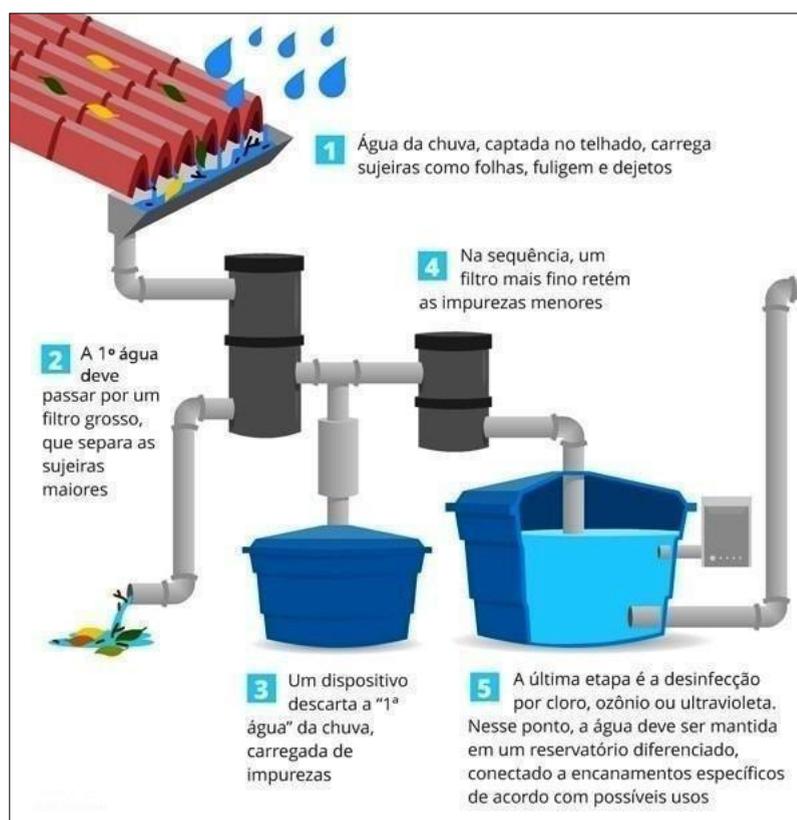
## 5.2 Aproveitamento da Água da Chuva

A água é um alimento básico para a humanidade e um fator crítico para todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2020 da ONU. Sendo necessário que a governança responsável por este direito pratique mudanças de educação e atitudes, para garantir as pessoas de todos os lugares acesso à água com qualidade e em quantidade suficiente, assegurando um desenvolvimento socioeconômico justo e igualitário. (BRASIL,ONU, 2022).

Atualmente, Maranhão (2019) afirma que muitos países industrializados utilizam o aproveitamento de água pluvial, os maiores investidores são os Estados Unidos, Japão, Alemanha, China, Austrália, alguns países da Ásia e alguns estados do semiárido brasileiro.

No Brasil, ainda prevalece as fontes de captação em mananciais, sem avanços em inovações para evitar desperdícios, um dos principais problemas enfrentados pelo país. Em regiões de baixa renda, a falta de saneamento básico resulta na má qualidade da água, que é um vetor que prejudica todo o sistema de saúde.(BRASIL, ONU, 2022). Dentro deste contexto, em 2003 a ASA (Articulação no Semiárido Brasileiro), iniciou o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: um Milhão de Cisternas Rurais – PIMC, o qual o objetivo é beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas que vivem no semiárido brasileiro com água potável através do sistema de cisternas de placas (MARANHÃO, 2019).

Figura 02: Esquema de captação de água da chuva.



Fonte: Barbosa, (2022).

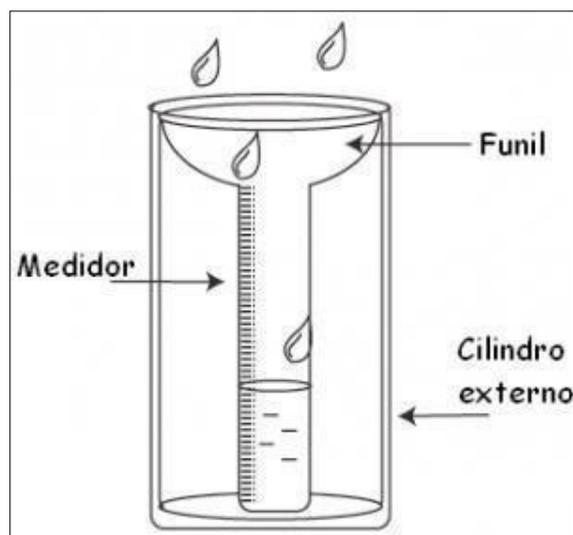
A prática antiga de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) é desenvolvida em muitos países já possuem grande desenvolvimento. Nas últimas décadas, devido à demanda de recursos hídricos nas áreas urbanas e rurais, a tecnologia ganhou maior destaque e atenção, mitigando impactos causados pelas alterações climáticas. (BONA, 2021).

### 5.3 Índice Pluviométrico

Segundo (Ribeiro, 2022), o índice pluviométrico é a quantidade de chuva por metro quadrado em um determinado local por um determinado período, calculado em milímetros. Usado na estimativa da constância e quantificação das chuvas em diferentes locais, contribui para as com as diversas atividades socioeconômicas que se relacionam com o solo e a chuva dentro espaço geográfico (RODRIGUES, 2023).

As estações meteorológicas utilizam o pluviômetro para medir o índice pluviométrico, conforme a Figura 03.

Figura 03: Esquema de simples de um pluviômetro.



Fonte: meteoropole, 2022.

Constituído de um funil de captação e básculas que enviam sinais elétricos para uma estação meteorológica. Baseado em todos os aparelhos instalados na cidade, é possível chegar à média da precipitação observada na área total. Este diagnóstico permitem afirmar se choveu mais ou menos para a semana ou o mês, apresentando gráficos elaborados baseados na média de chuva de cada período (RIBEIRO, 2022).

## 5.4 Legislação

Direito assegurado pela Constituição Federal – CF/1988, Marque (2021) indica que o saneamento básico é um direito que envolve um conjunto de medidas que objetivam garantir a saúde e o bem-estar da população, bem como melhorar e preservar as condições de vida das pessoas. Estas referências podem ser vistas nos: artigos 21 inciso XX, artigo 23, inciso IX e no artigo 200, inciso IV, conforme abaixo:

Artigo 21, inciso XX:

*“IX - promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico”.*

Artigo 23, inciso IX:

*“IX - promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico”.*

Artigo 200, inciso IV:

*“IV - participar da formulação da política e da execução das ações de saneamento básico”.*

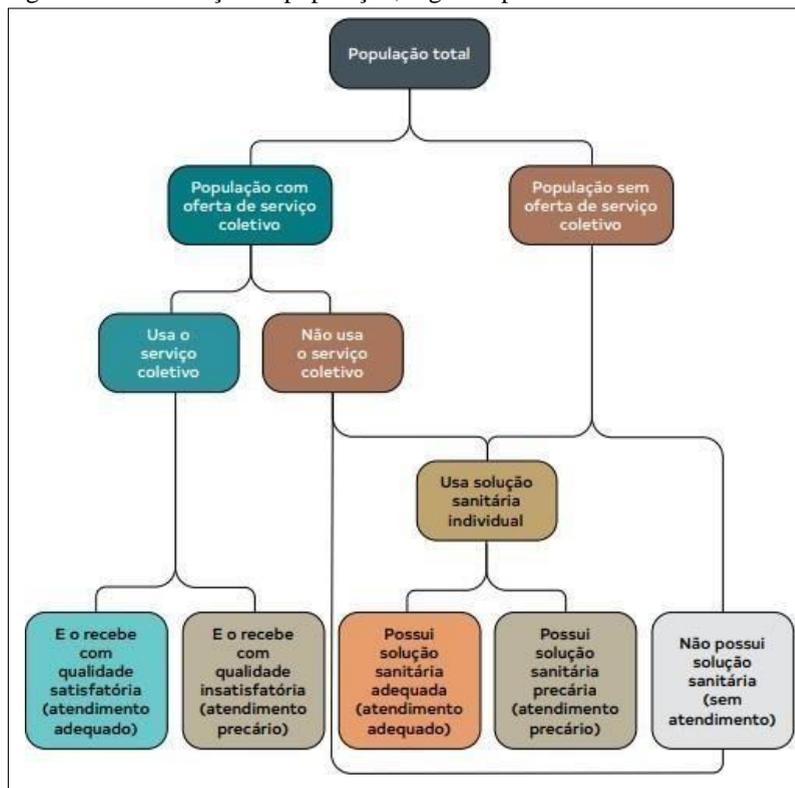
A Lei 14.026/2020 de 15/07/2020, atualizou o marco regulatório do saneamento no Brasil instituído pela Lei Federal n.º 11.445/2007 em seu artigo 3º, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, definindo como o conjunto dos serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais, de responsabilidade do estado. Até a edição da Lei 14.026/2020 de 15/07/2020, vem exercendo a titularidade dos serviços de saneamento básico: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos urbanos e drenagem urbana. Onde o êxito da estação está condicionado a estrutura técnica e financeira frente aos desafios do saneamento (DE OLIVEIRA, 2022).

Dentre as várias mudanças, temos ainda a delegação à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA das prerrogativas para publicação diretrizes nacionais para uniformizar a regulação dos serviços públicos de saneamento. (OLIVEIRA, 2022).

As demandas em áreas urbanas sempre receberam maior atenção do poder público, já as áreas rurais, tem sua preferência através do contexto local, com visibilidade em programas de outro nível de governo, com predomínio de ações subdivididas, perpetuando a exclusão das populações rurais motivadas pela fragmentação da política. Esse cenário foi visualizado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico-PLANSAB através de um programa específico em área rurais, Plano Nacional de Saneamento Rural. (FUNASA, 2019).

A caracterização do déficit em saneamento básico nas áreas rurais do Brasil foram observadas as premissas do Plansab, conforme a Figura 04.

Figura 04: Distribuição da população, segundo práticas sanitárias.



Fonte: FUNASA, (2019).

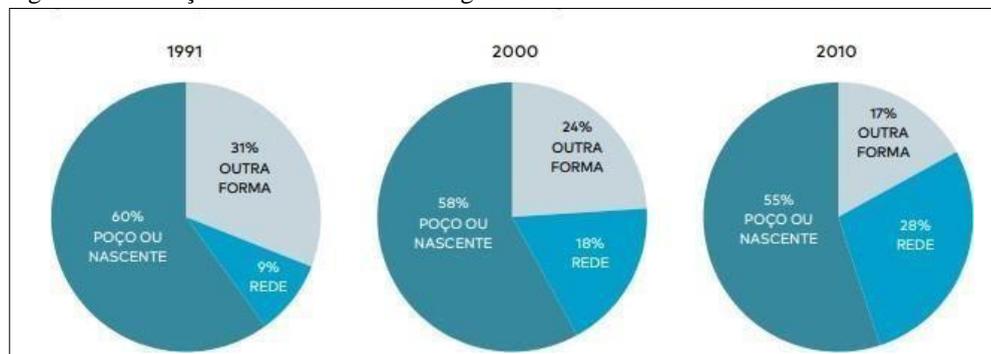
Neste sentido, os resultados das Pesquisas Nacional de Amostragem de Domicílio – PNAD, realizada no ano de 2015 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE apresentam que 14,6% da população brasileira ainda não possui acesso à rede de distribuição de água e 40,9% não é atendida pela coleta de esgoto sanitário. Na zona rural, estes índices de acesso são ainda menores em face da ineficiência, escassez e até inexistência de saneamento, apontados como fatores: distância das comunidades; falta de investimento público no setor, falta de vontade política para atender essas comunidades, entre outras. (MARQUE, 2021).

A situação do abastecimento de água nos domicílios rurais brasileiros vem sofrendo modificações no quesito presença de rede de distribuição de água, que apresentou aumento sistemático nas duas décadas observadas, passando de 9%, em 1991, para 28% em 2010. Parcela de domicílios atendidos por outras formas de abastecimento de água – carro pipa, cisterna de água de chuva, rio, açude, lago e igarapé – sofreu a maior redução no período: em 1991 existiam 31% de domicílios nessa situação, diferentemente dos 17% em 2010. A menor variação observada foi no atendimento por poço ou nascente (dentro e fora da propriedade), passando de 60%, em 1991, para 55%, em 2010, mantendo-se como solução ainda hegemônica (Figura 4).

A situação do abastecimento de água nos domicílios rurais brasileiros, Funasa (2019), apresentou aumento sistemático nas duas décadas observadas, passando de 9%, em 1991, para 28% em 2010. Domicílios atendidos por outras formas de abastecimento de água – carro pipa, cisterna de água de chuva, rio, açude, lago e igarapé, sofreram a maior redução, onde em 1991 existiam 31% de domicílios nessa situação, onde em 2010 existiam apenas 17%. A menor

redução foi no uso de poço ou nascente, passando de 60%, em 1991, para 55%, em 2010, mantendo-se como solução ainda hegemônica. Figura 04.

Figura 05: Evolução do abastecimento de água nos domicílios rurais brasileiros.



Fonte: FUNASA, (2019).

A captação superficial, principalmente em rios, é deixada como opção secundária, tendo em vista a melhor qualidade da água subterrânea, de nascentes ou da chuva, que levam a população a dispensar o tratamento ou a utilizar apenas métodos simplificados, como a desinfecção. O uso de múltiplas fontes é bastante frequente nos domicílios das macrorregiões Norte e Nordeste, originado pela insuficiência ou baixa qualidade da água. A falta de tecnologias de tratamento e desconhecimento de técnicas efetivas se tornam fundamentais em épocas do ano. Fontes de água com qualidade nem sempre estão presentes nas comunidades nordestinas, fazendo com que a população recorra a fontes menos nobres, sujeitas a exposição às doenças por veiculação hídricas. (FUNASA, 2019).

Captar água da chuva é uma excelente ideia do ponto de vista social e ecológico, apesar das dificuldades para que o sistema se desenvolvam e se tornem acessíveis. (SCHUCH; 2022)

Diante disso, buscar diminuir o consumo de água para fins não potáveis e elevar ao máximo o aproveitamento de água da chuva, foram criadas normas técnicas voltadas aos requisitos para instalações do sistema. Em 1989 a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT publicou a NBR 10.844 de instalações de águas prediais a qual dita as exigências e critérios necessários aos projetos de instalações de drenagens de águas aplicados em coberturas de edifícios, terraços, pátios, quintais, entre outros (ABNT, 1989). Em 2007 surge a NBR 15.527 denominada de “Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”, tendo como objetivo fornecer requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, citando:

“Esta Norma se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas após tratamento adequado como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d’água e usos industriais (ABNT, 2007).”

## 5.5 Doenças por veiculação hídrica

A água é considerada um recurso ambiental de grande relevância para a humanidade. Os dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) demonstram que no Brasil, ocorreu um avanço do percentual de domicílios com acesso à rede de abastecimento de água potável de 83,5% em 2017 para 84% em 2020, significando um aumento dos serviços para em média 7 milhões de famílias. Mesmo com significativa representação dos números, calculou-se em 2020 que cerca 16% da população cerca de 20 milhões de pessoas, consomem água de fontes duvidosas ou sem tratamento. Deste total à concentração nas regiões Norte e Nordeste representem 41,1% e 25,1% respectivamente, que consomem água com potabilidade irregular. (JESUS; 2023). A figura 06 mostram o cenário do saneamento no Brasil:

Figura 06: Saneamento no Brasil.

	Abastecimento de água	Esgotamento sanitário	Manejo de resíduos sólidos urbanos	Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas
	% Pop. Total	% Pop. Total	% Pop. Total	% Domicílios em situação de risco de inundação
Brasil	84,1	55,0	90,5	3,9%
Norte	58,9	13,1	80,7	4,0%
Nordeste	74,9	30,3	83,1	3,1%
Sudeste	91,3	80,5	96,1	4,1%
Sul	91,0	47,4	91,5	4,1%
Centro-Oeste	90,9	59,5	91,3	4,1%

Fonte: SNIS, (2020).

Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS em países em desenvolvimento cerca de 50% da população irá ser afetada por doenças relacionadas diretamente pela água não tratada e/ou escassez da mesma. (MENDES; 2022). As doenças por veiculação hídrica são patologias que apresentam quadro clínico epidemiológico decorrente à ingestão, inalação ou contato com água contaminada, e ainda por ingestão de alimentos irrigados ou lavados com água imprópria. Podem ser agudas ou crônicas, com apresentação de quadro clínico leve, moderado ou grave, de acordo com o agente etiológico e o estado imunológico do hospedeiro (MINISTÉRIO DA SAÚDE; 2018).

De acordo com Fonseca (2022) a principal causa de contaminação de aquíferos em zonas urbanas das grandes cidades está relacionada a ausência de saneamento. A correta destinação dos dejetos humano tem a função de doenças que a estes relacionados.

## 6 METODOLOGIA

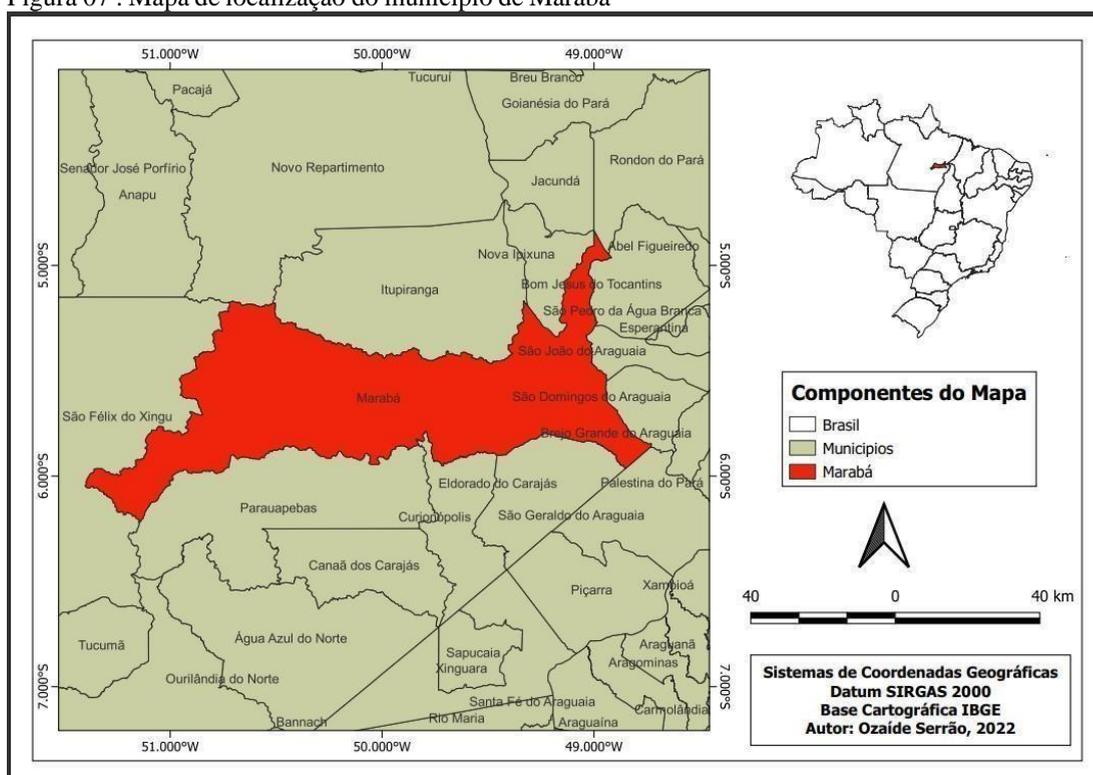
### 6.1 Tipo de Estudo

O tipo de estudo desenvolvido no trabalho é do tipo exploratório, com natureza qualitativa e abordagem descritiva no núcleo rural de Marabá, especificamente em uma escola localizada no Distrito Santa Fé. De acordo com Costa (2014) este tipo de pesquisa investiga aspectos com objetivo de desenvolver conhecimentos em áreas pouco compreendidas, com geração de novas ideias.

### 6.2 Caracterização da Área de Estudo

O município de Marabá, segundo PMRS (2019-2024) possui extensão territorial aproximada de 15.128,368 Km<sup>2</sup>, pertence à mesorregião Sudeste Paraense e à microrregião Marabá. Sua sede municipal, está localizada a 485 km da capital Belém, sob as coordenadas geográficas: 05° 21"54" Latitude Sul e 04° 07"24" Longitude WGr. Possui limites definidos com os municípios: ao Norte com os Municípios de Itupiranga, Rondon do Pará, Nova Ipixuna e Novo Repartimento; A Leste com os Municípios de Bom Jesus do Tocantins, São João do Araguaia, São Domingos do Araguaia e São Geraldo do Araguaia; Ao Sul com os Municípios de Curionópolis, Eldorado dos Carajás, Parauapebas e São Félix do Xingu; A Oeste com o Município de São Félix do Xingu. (Figura 07).

Figura 07 : Mapa de localização do município de Marabá



Fonte: Autor, (2022).

### 6.3 Área de Estudo

O Distrito de Santa Fé possui em média 4.150 habitantes e encontra-se distante a 70 km da sede urbano de Marabá. (Figura 08). Está localizada na Microrregião de Marabá no estado do Pará (PA) na Brasil. As coordenadas de satélite de Vila Santa Fé são: latitude 5°25'57"S e longitude 49°40'1"WO. O acesso à comunidade se faz pela Rodovia BR-230 (Transamazônica) e pela Estrada do Rio Preto, acesso principal as minas de exploração da Mineradora Buritirama. (PMSB- 2019.2024).

Figura 08: Localização do Distrito de Santa Fé – Marabá/PA.



Fonte: Autor, (2022).

O levantamento do potencial de captação de água pluvial foi na área situada no Município de Marabá localizado no Sudeste do Estado do Pará especificamente na Escola Municipal de Ensino Fundamental Prof.ª Maria das Neves e Silva, conforme a Figura 09:

Figura 09: Fachada da EMEF Prof.ª Maria das Neves e Silva.



Fonte: Google Aart, (2022).

## 6.4 Coleta e Tratamento de Dados

### 6.4.1 Coleta de Dados

A coleta de informações baseou-se na escolha da comunidade, onde esta é localizada em área rural. O conhecimento desta característica foi fundamental para o direcionamento da proposta. Assim, foram primeiramente realizados pesquisas bibliográficas e documentais voltadas para a Tecnologia Social especificamente para áreas rurais. Buscou-se ainda, caracterizar a dinâmica da comunidade estudada relacionada a recursos hídricos. Após o levantamento destas informações, foi realizado o contato com a comunidade escolar, a fim de conhecer sua realidade social e dialogar para o conhecimento das questões referente ao abastecimento de água.

Os dados explorados foram divididos em: Pesquisa Secundária e Primária (Quadro 01).

Quadro 01: Divisão dos dados Primários e Secundários.

<b>Pesquisa Secundária</b>	<b>Pesquisa Primária</b>
Levantamento bibliográfico	Abordagem comunitária à escola realizada através de avaliação dinâmica e intervenção não planejada, por meio de diálogos com o público escolar.
Diagnóstico Socioambiental -Abastecimento de Água -PMSB- 2019.2024.	
Informações Geográficas – IBGE	
Variação do Índice Pluviométrico – INMET	

Fonte: Autor, (2022).

#### ✓ **Abordagem comunitária**

Na abordagem comunitária buscou identificar a realidade do sistema de abastecimento de água da escola, conhecendo alguns aspectos como: se a escola enfrenta escassez de água durante determinadas épocas do ano, se já ocorre a suspensão das atividades escolares devido à falta de água, se há relatos de doenças relacionadas a água e qual a percepção da qualidade da água utilizada na escola.

Neste sentido, foi primeiramente realizado o contato com a diretora da escola para acesso ao público escolar. Mediante diálogo, a comunidade informou não existir relatos do sobre doenças originada pela água e que a prefeitura realiza exames de potabilidade da água. No entanto, indicou o desconforto da escassez de água, quando ocorre a quebra de algum componente do sistema de abastecimento.

Indicou ainda, não ter programas voltados para o aproveitamento da água da chuva, e nem conhecimento sobre o funcionamento do projeto. Mas a escola procurar realizar eventos sobre sustentabilidade em dias específicos.

Durante a abordagem foi relatado o objetivo do contato, da implantação da Tecnologia Social de aproveitamento da água da chuva, como alternativa para auxiliar em momento de escassez água. Ressaltando, no caso de aceite da proposta, a importância do envolvimento de

toda comunidade na implantação da TS.

Após finalizada a parte inicial da reunião, foi solicitado algumas informações quantitativa para fins da proposta da Tecnologia Social como: número de alunos, professores, funcionários da escola, área da escola, números banheiros, torneiras e pias. Além de outros pontos, como história da comunidade, cultura, calendário anual de atividades, aspectos ecológicos.

A reunião encerrou com a realização da leitura das informações coletadas. Na oportunidade, foi renovado o convite para cooperação com o projeto.

#### ✓ **Diagnóstico Socioambiental - Abastecimento de Água - PMSB- 2019.2024.**

O Distrito Santa Fé em Marabá no Pará, foi fundado em 1980 após a implantação de assentamentos pelo INCRA. Possui sua economia baseada na agricultura em geral de subsistência, agropecuária de corte e pequenos comércios e serviços locais. As vias públicas principais do Distrito são na maioria pavimentadas e caracterizadas pela presença de habitações, predominantemente em alvenaria. Já as vias secundárias e periféricas são de terra batida, com habitações de taipa e madeira. (PNRS, 2019-2024).

Santa Fé possui apenas um sistema de captação de água subterrânea implantado frente ao Posto de Saúde José Djalma Azevedo (PS José Djalma Azevedo), responsável pelo abastecimento do referido posto de saúde e da Escola Maria das Neves e Silva. A captação de água bruta subterrânea é realizada por meio de um Poço Artesiano, extraindo cerca de 40 m<sup>3</sup> de água por dia. Através de uma Adutora de Água Bruta, de 30 m de extensão e diâmetro de 75 mm, essa bomba recalca este volume até o Reservatório Elevado, em estrutura metálica, com capacidade de 20m<sup>3</sup> e altura de 8m. Sendo o único ponto localizado para disponibilizar água a população desse distrito. (Figura 10).

Figura 10: Chafariz próximo a escola Maria das Neves e Silva.



Fonte: PMSB- 2019.2024.

A água armazenada e distribuída não recebe adição dos produtos químicos para a fluoretação e cloração. A grande parte da população de Santa Fé possui poços individuais para o abastecimento de água de suas residências. (PMSB, 2019.2024).

#### 6.4.2 Tratamento dos Dados

A investigação bibliográfica foram provenientes de leituras específicas em artigos, trabalhos acadêmicos, legislações, Normas Brasileiras Regulamentadoras, mapeamento do Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Santa Fé. (PMSB, 2019.2024), análises das séries históricas dos dados pluviométricos do município de Marabá e das características da implantação e do uso do sistema de captação de água da chuva para fins não potável como proposta de Tecnologia Social.

##### ✓ Análise do Índice Pluviométrico

Para análise do Índice Pluviométrico, foi primeiramente considerado a localização geográfica das estações metrológicas mais próximas ao Distrito de Santa Fé em Marabá/PA, utilizando o Catálogo de Estações Automáticas no Portal do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Foram identificados as Estações de Marabá, Rondo do Pará, Dom Eliseu e Novo Repartimento. No Catálogo, para a Estação de Marabá e Novo Repartimento, apresentavam o Código “Pane” (Tabela 01).

Tabela 01: Catálogo de Estações Automáticas

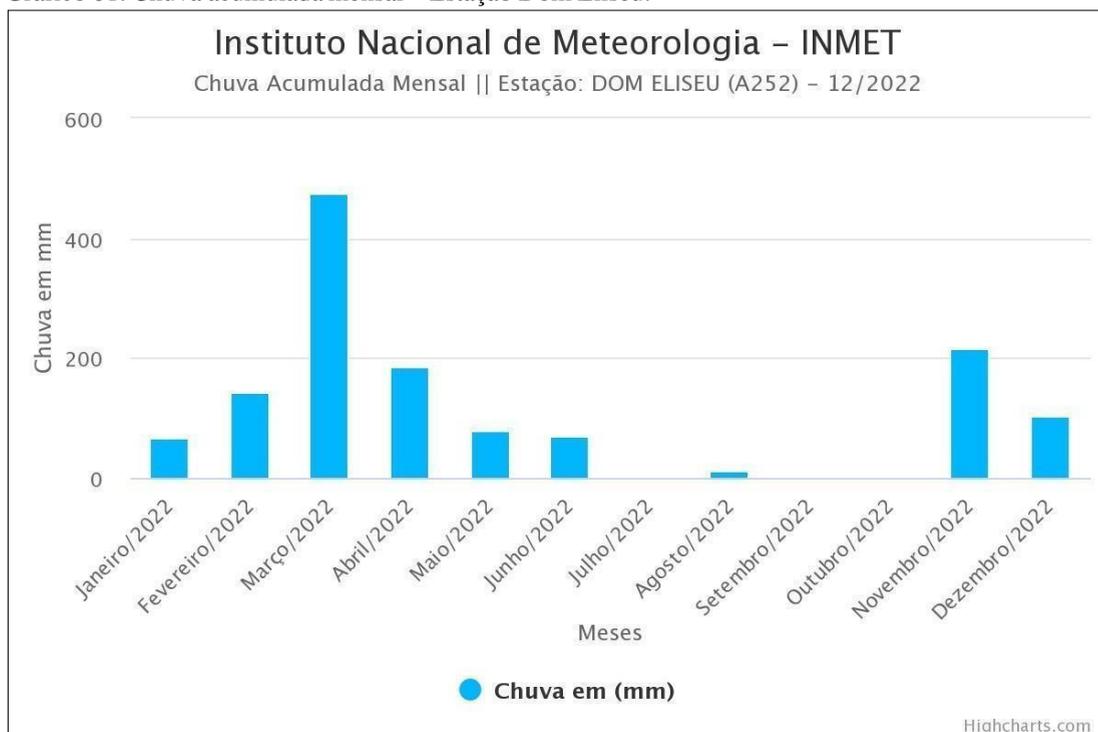
NOME	UF	SITUAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	DATA DA INSTALAÇÃO	CÓDIGO
Dom Eliseu	PA	Operante	-4,2805555	-47,5638889	251	07/03/2018	A252
Marabá	PA	<b>Pane</b>	-5,3663889	-49,0511111	116,58	24/06/2009	A240
Novo Repartimento	PA	<b>Pane</b>	-4,2438889	-49,9394444	100,76	22/07/2008	A235
Rondon do Pará	PA	Operante	-4,8275	-48,1736111	203	16/08/2008	A214

Fonte: INMET, (2022).

O monitoramento dos índices pluviométricos é feito pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), onde é medido o volume de chuva, sendo os dados registrados e transformados em médias diárias e mensais.

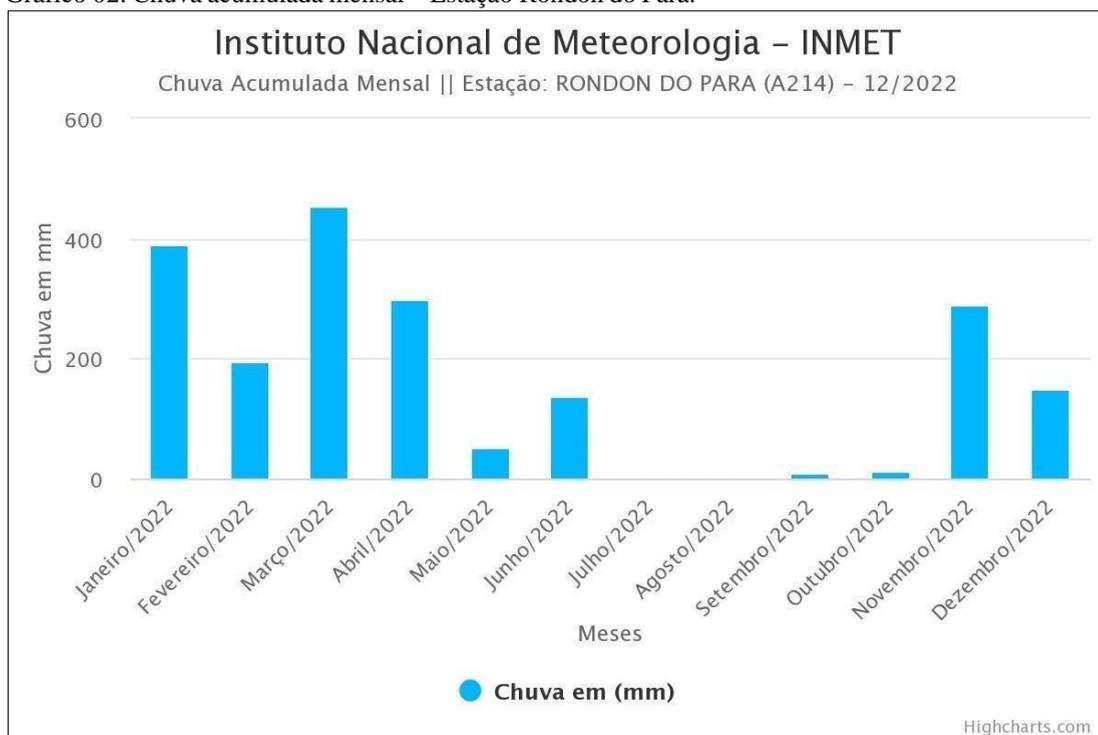
Realizou-se uma análise comparativa da Chuva Acumulada Mensal do mês de 12/2022 para as Estações de Dom Eliseu e Rondon do Pará (Gráfico 01 e 02). Para as Estações de Novo Repartimento e Marabá (Gráfico 03 e 04) foram considerados os meses 01/2020 a 12/2020 respectivamente, devido ausência de dados mais recentes no Portal.

Gráfico 01: Chuva acumulada mensal – Estação Dom Eliseu.



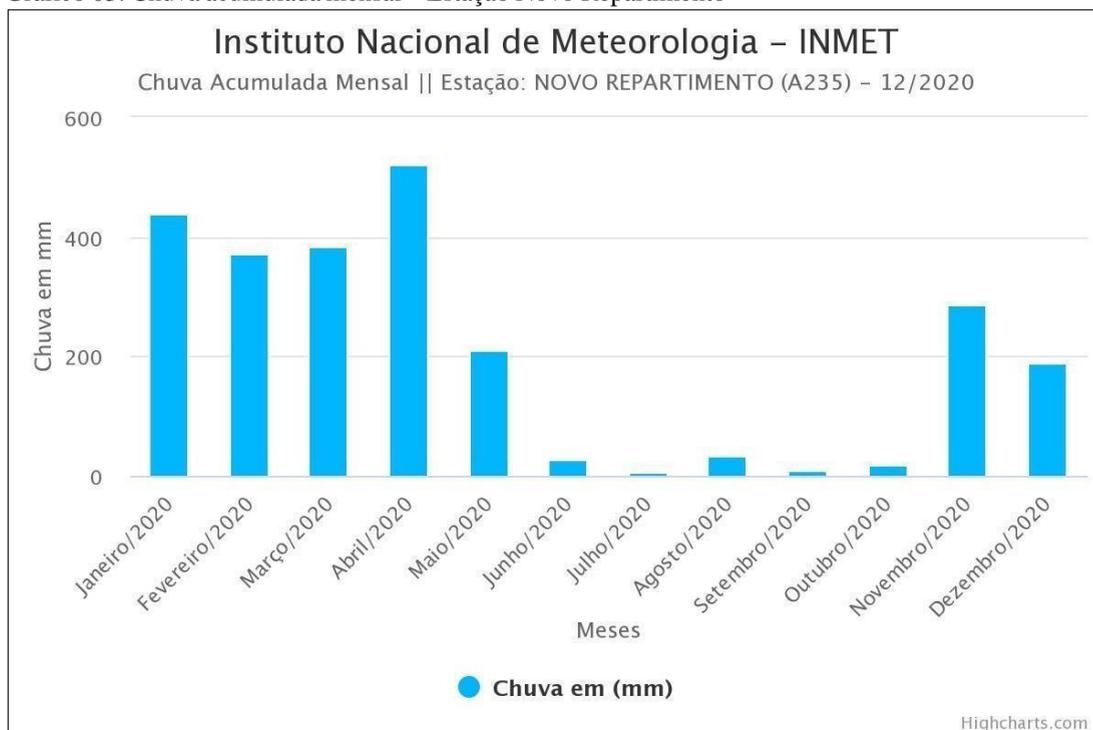
Fonte: INMET, (2022).

Gráfico 02: Chuva acumulada mensal – Estação Rondon do Pará.



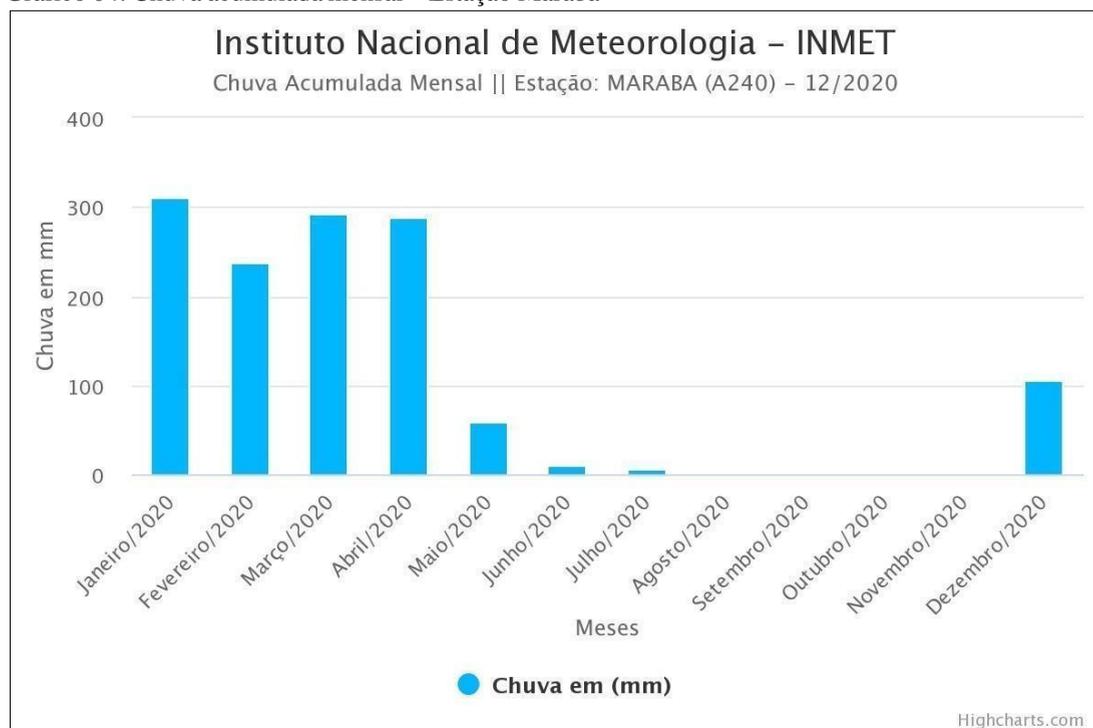
Fonte: INMET, (2022).

Gráfico 03: Chuva acumulada mensal – Estação Novo Repartimento



Fonte: INMET (2022).

Gráfico 04: Chuva acumulada mensal – Estação Marabá



Fonte: INMET(2022).

A análise comparativa das Chuvas Acumuladas nas Estações de Dom Eliseu, Rondo do Pará, Novo Repartimento e Marabá, de acordo com Moraes (2005), demonstrou um regime climático conhecido, caracterizado por uma estação chuvosa, que na maioria das localidades compreende os meses de dezembro a maio, e por uma estação menos chuvosa (estação seca) que corresponde geralmente ao período de junho a novembro.

Consoante o Catálogo de Estações Automáticas no Portal do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), os dados da estação pluviométrica mais próxima do município de Santa Fé, possui Latitude de  $-5,3663889$  e Longitude de  $-49,0511111$ , conforme demonstra as Figuras 11 e 12.

Figura 11: Análise da distância entre as estações automáticas.



Fonte: Google Eart. Adaptada pelo autor, (2022).

A informação da distância da estação automática, baseou a seleção da Estação Marabá para ser utilizada neste estudo.

Figura 12: Localização da Estação Marabá/PA.



Fonte: Google Eart, (2022).

## ✓ Dados de Precipitação

Foram considerados os dados pluviométricos anuais e mensais para o período de 2014 a 2020 (Tabelas 02 e 03), constituindo uma série temporal de 07 anos, levantados através do acesso ao Banco de Dados Meteorológicos do INMET, os quais foram coletados na estação meteorológica localizada na área urbana do município de Marabá-PA, que conforme o inventário da ANA estão sob os códigos 00549002 (ANA) e 82562 (INMET), na Latitude 05°21'58"S e Longitude 49°07'31"O, sendo esta a estação mais próxima do Distrito de Santa Fé com distância média de 69 km em linha reta.

Tabela 02: Precipitação Anual entre 2014 e 2020 - Estação Marabá

ANO	PRECIPITAÇÃO ANUAL – ESTAÇÃO MARABÁ												MÉDIA ANUAL (mm)	
	PERÍODO 2014 A 2020													
	MÊS													
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
<b>2014</b>	0	5,2	0	0	0	0	0	0	0	42,6	103	367,4	43,18	
<b>2015</b>	158,4	246,2	414,6	129,8	58,8	10,6	60	16,8	9,8	10,8	0	0	92,98	
<b>2016</b>	4,8	147,4	249,4	5	94	24,6	14,8	3	4,4	53	15,2	135,6	62,6	
<b>2017</b>	267,2	487,2	359,2	265,6	114	8,2	12,8	0	6,6	41,4	382,2	220,8	180,43	
<b>2018</b>	185	427,6	391,2	0	39,2	0	0	14,8	34,6	0	0	127,8	69,08	
<b>2019</b>	344,8	240,6	403,6	205,4	216,8	0	35,8	0	0	0	0	102,2	111,98	
<b>2020</b>	311	237,8	292,4	287,6	59,8	10,2	6	0	0	0	0	104,8	109,13	
													Média Anual	95,625

Fonte: INMET. Adaptada pelo Autor, (2022).

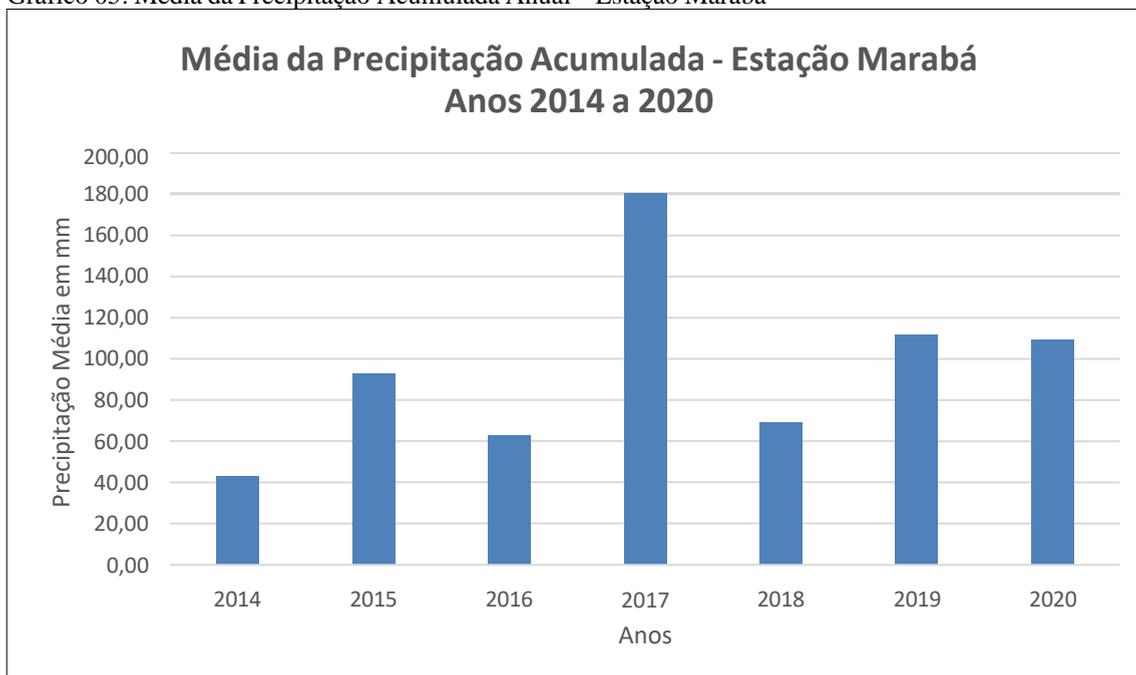
Tabela 03: Precipitação Mensal entre 2014 e 2020 - Estação Marabá.

ANO	PRECIPITAÇÃO MENSAL - ESTAÇÃO MARABÁ							MÉDIA (mm)
	PERÍODO 2014 A 2020							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
<b>JAN</b>	0	158,4	4,8	267,2	185	344,8	311	181,6
<b>FEV</b>	5,2	246,2	147,4	487,2	427,6	240,6	237,8	256
<b>MAR</b>	0	414,6	249,4	359,2	391,2	403,6	292,4	301,49
<b>ABR</b>	0	129,8	5	265,6	0	205,4	287,6	127,63
<b>MAI</b>	0	58,8	94	114	39,2	216,8	59,8	83,23
<b>JUN</b>	0	10,6	24,6	8,2	0	0	10,2	7,66
<b>JUL</b>	0	60	14,8	12,8	0	35,8	6	18,49
<b>AGO</b>	0	16,8	3	0	14,8	0	0	4,94
<b>SET</b>	0	9,8	4,4	6,6	34,6	0	0	7,91
<b>OUT</b>	42,6	10,8	53	41,4	0	0	0	21,11
<b>NOV</b>	103	0	15,2	382,2	0	0	0	71,49
<b>DEZ</b>	367,4	0	135,6	220,8	127,8	102,2	104,8	151,23

Fonte: INMET. Adaptada pelo Autor, (2022).

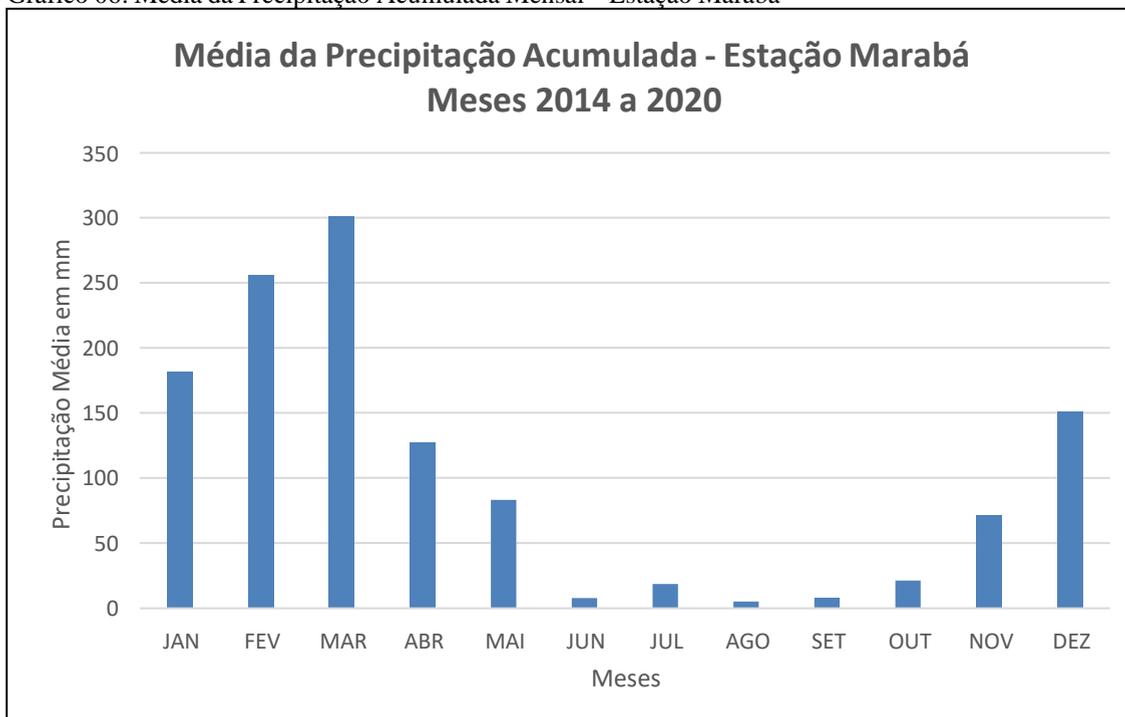
Os Gráficos 05 e 06 mostram a análise anual e mensal da série histórica da precipitação da cidade de Marabá entre os anos de 2014 e 2020, obtidas por meio da média aritmética da precipitação mensal ao longo da série.

Gráfico 05: Média da Precipitação Acumulada Anual – Estação Marabá



Fonte: INMET. Adaptada pelo Autor.(2022).

Gráfico 06: Média da Precipitação Acumulada Mensal – Estação Marabá



Fonte: INMET. Adaptada pelo Autor.(2022).

## 7 TECNOLOGIA SOCIAL

### 7.1 Proposta de Intervenção

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Marabá- PMSB 2019-2024, reflete o cenário com déficit de abastecimento de água no Distrito Vila Santa Fé. Este fato está amplamente relacionado ao crescimento populacional do Município de Marabá, que tem sua origem em grande parte, ao fluxo migratório nas últimas décadas, por conta da intensa busca de oportunidades de trabalho. Esse fluxo migratório é decorrente da população de outros estados brasileiros, sobretudo oriundos do estado do Maranhão, refletindo sobremaneira na ocupação desordenada presente na cidade.

Este cenário pode ser identificado através da abordagem realizada na EMEF Maria das Neves e Silva, o qual se verificou a ausência de um sistema de abastecimento de água para o consumo humano em maior quantidade e acessibilidade.

Diante da problemática da baixa disponibilidade de água nas zonas rurais de Marabá, um sistema de captação da água da chuva para fins não potável, é proposto a escola Maria das Neves e Silva, visando contribuir para a economia de consumo de água tratada, evitando o seu uso para fins menos nobres.

### 7.2 Etapas

Para que a TS proposta seja implantada é necessário que a referida, seja trabalhada pedagogicamente, ou seja, possa ser ensinada, aprendida, aplicada e replicada por outros usuários constituindo fator de transformação social.

As TS são produtos, técnicas ou metodologias replicáveis desenvolvidas na interação com a comunidade, representando efetivas soluções de transformação social, reunindo o saber popular, organização social e conhecimento técnico e científico, proporcionando qualidade de vida (LEAL, 2015).

Os critérios do detalhamento da TS seguirá conforme o Programa Cisternas (2017), onde a implantação segue basicamente três etapas:

- I. Mobilização, seleção e cadastramento da escola;
- II. Capacitação de beneficiários sobre o uso adequado da TS e sobre a gestão da água armazenada e de pessoas responsáveis pela construção;
- III. Construção dos componentes físicos associados à tecnologia.

### 7.3 Detalhamento da Tecnologia Social

#### I. Mobilização, seleção e cadastramento da escola;

Diz respeito ao processo de escolha da escola e mobilização das pessoas que serão beneficiadas com a construção da TS. O processo é deflagrado pela entidade executora e deve contar com a participação de representantes da secretaria municipal de educação, e da sociedade civil, como integrantes de Conselhos locais e lideranças comunitárias.

#### *Encontro Local/Territorial*

Nesta etapa o encontro local faz parte do processo de mobilização social, que consiste no movimento de pessoas e grupos relacionados ao projeto, constituindo espaços, participação e diálogos, visando a identificação da comunidade com o perfil adequado para construção do projeto. Sendo identificadas as pessoas com potencial para participar, considerando alguns critérios mínimos.

Esse público fará parte da etapa de mobilização. A título de comprovação, deve-se realizar uma lista de presença com o nome e CPF dos participantes, incluindo o responsável pela atividade proposta de cada TS.

#### *Reunião Comunitária*

Após este encontro, deve ocorrer reunião com as pessoas selecionadas, nesta reunião será apresentado os projetos, incluindo a descrição dos componentes físicos das TS, o modelo de acordo de Gestão realizado e as condições de participação ao longo de cada etapa de execução do projeto.

No segundo momento, é necessário serem discutidas nas reuniões as questões:

I. Descrição do projeto: apresentação do projeto ao público escolar, incluindo as instituições responsáveis (poder público local e entidade) de acordo com a atividade a ser desenvolvida e de gestão comunitária da tecnologia.

II. Metodologia participativa: como será a participação da comunidade ao longo de cada uma das etapas de execução.

III. Levantamento de campo: os técnicos de campo da entidade deverão realizar levantamento das características tipográficas da escola, realizando neste momento o georreferenciamento local.

IV. Coleta de dados: por fim, os técnicos de campo da entidade executora deverão coletar e validar as informações sobre a escola atendida.

II. Capacitação de beneficiários sobre o uso adequado da TS e sobre a gestão da água armazenada e de pessoas responsáveis pela construção;

Na capacitação serão envolvidos os beneficiários da tecnologia, sendo atividade essencial para a sustentabilidade da mesma. A capacitação em Gestão da Água apresentará orientações sobre as formas de utilização e gestão da água a ser disponibilizada. Os principais temas a serem abordados nessa capacitação são:

- a) Cuidado e tratamento com a água reservada para consumo, dentro do contexto das comunidades;
- b) Manuseio e tratamento da água utilizada para consumo;
- c) Monitoramento da qualidade da água disponibilizada;
- d) Levantamento de doenças relacionadas ao saneamento;
- e) Relação entre saneamento, ambiente e saúde (doenças e como evita-las);
- f) Saneamento, ambiente, higiene e saúde.

### III. Construção dos componentes físicos associados à tecnologia

Na perspectiva de viabilizar o atendimento da escola sem acesso regular à água de qualidade, o sistema de captação de água proposto consiste em um sistema e reservação de água de chuva a partir do telhado do domicílio interligado a um reservatório de água.

Nesta etapa, a escola será orientada em relação às técnicas utilizadas no processo construtivo dos diversos componentes físicos da TS. A capacitação será teórica e prática, devendo envolver a construção demonstrativa das estruturas físicas de cada projeto. Esta fase deverá ser coordenada por um instrutor experiente que explicará e demonstrará todo o processo construtivo. A capacitação deverá abordar as temáticas:

- Levantamento topográfico, caracterização da escola, elaboração de croqui, fontes de água existentes, e outros aspectos;
- Compreensão dos critérios de locação dos componentes físicos da TS;
- Construção e implantação de todos os componentes do sistema proposto;
- Instalação, operação e manutenção do sistema da TS proposta.

#### *Custos Financiados*

Para a realização do processo das capacitação deverão ser custeadas despesas associadas à alimentação, deslocamento, hospedagem (se ocorrer) e material a serem utilizados nas oficinas e os honorários do instrutor para ministrar as oficinas. Deverá, a título de comprovação, ser gerada para cada oficina uma lista de presença com assinatura e CPF dos

participantes. É importante ainda as Notas Fiscais da execução dos serviços prestados pela entidade executora.

#### 7.4 Processo Construtivo

A TS foi dimensionada para um ambiente de terra firme, ou seja, local que não sofre inundação ao longo do ano. Dimensionada para atender uma unidade escolar com algumas peculiaridades, quais sejam: a unidade deve possuir internamente no mínimo um banheiro e um reservatório de água.

##### ✓ Escolha e preparação da Área de Captação

Para o dimensionamento de captação e aproveitamento de água pluvial foi necessário determinar o telhado que a ser adaptado a calha de captação da água da chuva, bem como a locação e altura da instalação da estrutura que dá suporte à caixa d'água de 5.000 litros que receberá diretamente a água de chuva captada na calha, onde está permitirá a chegada da água da chuva nessa caixa por gravidade, evitando sua locação em solo comprometido (formigueiro, fossa antiga, dificuldade de escavação, ou em locais desnivelados).

A área do telhado escolhido, foi a partir do conhecimento das medidas de cobertura do prédio da escola. Estas dimensões foram obtidas através do auxílio da ferramenta Google Earth (Figura 12 e 13).

O terreno onde propõe-se edificar a TS deverá ser limpo sendo realizado roço e retirada de arbustos e outros impedimentos de acesso, para a locação dos materiais construtivos, bem como um espaço para o depósito dos materiais que estarão em uso.

Figura 13: Cobertura da Prof.ª EMEF Maria das Neves e Silva.



Fonte: Google Earth, (2022).

Figura 14: Vista do telhado em cerâmica da EMEF Prof.ª Maria das Neves e Silva.



Fonte: Google Earth, (2022).

Para fins da proposta foi considerado a aba maior do telhado com dimensões de 23,64 x 8,05m<sup>2</sup>.

Em observação das informações da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT (1989), através da 10844, para realização do cálculo da cobertura, foi utilizado a equação da área, conforme abaixo:

$$A = a \times b$$

Onde:

A = área total do telhado (m<sup>2</sup>)

a = largura do telhado (m) = 11,76

b = comprimento do telhado (m) = 24,87

$$A = 23,64 \times 8,05$$

$$A = \mathbf{190,30 \text{ m}^2}$$

✓ Coeficiente de escoamento superficial (Runnoff)

Segundo Castro (2021), os telhados representam grande parte das suas coberturas impermeáveis, oferecendo um grande potencial para seu aproveitamento. Nesse sentido, para efeito de cálculo, o volume de água de chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo precipitado, para tanto, utiliza-se o coeficiente de escoamento superficial, também denominado coeficiente de Runoff que é o quociente entre a água escoada superficialmente pelo total da água precipitada. (Tabela 04).

Tabela 04: Valores de Runoff para diferentes tipos de coberturas.

Tipo de Cobertura	Coefficiente de Escoamento	Fonte
Telha Cerâmica	0,8 a 0,9	Hofkes e Frasier (1996) apud Tomaz (2003)
Telha de cimento e amianto	0,7 a 0,85	Fendrich (2002)
Telha metálica corrugada	0,8 a 0,95	
Telhado Verde		Khan (2001)
Superfície pavimentada	0,68	

Fonte: Barbosa, (2022).

De acordo com a ABNT NBR 15527/2007 o volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado pela seguinte equação:

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ fator de captação}$$

Onde,

V = volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável

P = precipitação média anual, mensal ou diária

A = área de coleta

C = coeficiente de escoamento superficial da cobertura)

Assim, (Tabela 05) para o cálculo do volume coletado para o sistema foi definido adotando-se:

Precipitação média mensal (P) = 151,23 mm

Área de captação (A) = 190,30 m<sup>2</sup>

Coefficiente de escoamento (C) = 0,8 (telha cerâmica)

Coefficiente de perda ( $\eta$ ) = 0,9

Tabela 05: Volume de água da chuva captável da área do telhado.

MESES	VOLUME DE ÁGUA DA CHUVA							MÉDIA VOLUME (m <sup>3</sup> )
	ANOS							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
JAN	0,00	21,70	0,66	36,61	25,35	47,24	42,61	24,88
FEV	0,71	33,73	20,20	66,75	58,59	32,97	32,58	35,08
MAR	0,00	56,81	34,17	49,22	53,60	55,30	40,06	41,31
ABR	0,00	17,78	0,69	36,39	0,00	28,14	39,41	17,49
MAI	0,00	8,06	12,88	15,62	5,37	29,71	8,19	11,40
JUN	0,00	1,45	3,37	1,12	0,00	0,00	1,40	1,05
JUL	0,00	8,22	2,03	1,75	0,00	4,91	0,82	2,53
AGO	0,00	2,30	0,41	0,00	2,03	0,00	0,00	0,68

								42
SET	0,00	1,34	0,60	0,90	4,74	0,00	0,00	1,08
OUT	5,84	1,48	7,26	5,67	0,00	0,00	0,00	2,89
NOV	14,11	0,00	2,08	52,37	0,00	0,00	0,00	9,79
DEZ	50,34	0,00	18,58	30,25	17,51	14,00	14,36	20,72

Fonte: Autor, (2022).

✓ Estimativa de Consumo de Água

Para realizar a estimativa do consumo de água por usos não nobres da escola, foi realizado uma conversa informal com os professores e alguns alunos, de modo a descobrir a demanda de água em cada aparelhos sanitários, torneiras e pias, bem como a frequência e o tempo com que eles são utilizados.

Conforme os dados obtidos o contingente de pessoas da escola, estão divididas em alunos, discentes, técnicos administrativos e diretor. Tabela 06.

Tabela 06: População escolar.

POPULAÇÃO	QUANTIDADE
Alunos	420
Professores	08
Técnicos Administrativos	02
Diretor	01

Fonte: Do autor, (2022).

A escola recebe frequentemente em torno de 431 pessoas todos os dias, dentre alunos, funcionários e visitantes, porém este último constituem um número pouco representativo e, por esse motivo não foram considerados no estudo.

O consumo foi estimado com base na demanda de água da escola relacionado a usos de origem não potável: limpeza da escola, utilização em vasos sanitários, mictórios e em torneiras. Tabela 07, 08, 09 e 10.

Tabela 07: Consumo de água na escola para fins menos nobre.

ORIGEM	QUANTIDADE
Banheiros	03
Torneiras	12
Pias	06

Fonte: Do autor, (2022).

O cálculo é demonstrado conforme na sequencia abaixo:

$$Climpeza = f * n * Vbaldes$$

Onde:

Climpeza = consumo por dia para limpeza da escola (litros/dia);

f = frequência da limpeza do local (vezes/dia);

n° = Quantidade de baldes utilizados para realizar a limpeza (N°/vez);

Vbaldes = A capacidade volumétrica do balde utilizado (litros)

Tabela 08: Estimativa de consumo de água com limpeza.

CONSUMO DE ÁGUA PARA LIMPEZA					
N° DE BALDES (MÉDIA)	VOLUME MÉDIO (L)	FREQUÊNCIA	DEMANDA DIÁRIA (L)	DIAS ÚTEIS	DEMANDA MENSAL (L)
30	12	1	360	21	7.560

Fonte: Do Autor, (2022).

O cálculo do consumo de uso de bacias sanitárias com caixa de descarga foi determinado:

$$Cbaciasanitária = f * n° * v$$

Onde:

Cbaciasanitária = quantidade de água utilizado para cada aparelho (litros/dia);

f = frequência média de utilização para cada aparelho (vezes/dia);

n° = média de acionamentos do dispositivo ao utilizá-lo (acionamento/vez);

v = Volume médio de água armazenado na caixa de descarga ou volume despejado pela torneira (litros/acionamento).

\* Para o número de acionamento foi considerado apenas 80% do número de pessoas na escola.

Tabela 09: Estimativa de consumo de água com bacias sanitárias.

CONSUMO EM BACIAS SANITÁRIAS					
N° DE ACIONAMENTO	VOLUME MÉDIO (L)	FREQUÊNCIA	DEMANDA DIÁRIA (L)	DIAS ÚTEIS	DEMANDA MENSAL (L)
345	2	1	690	21	14.490

Fonte: Do Autor, (2022).

O consumo médio diário de água por torneira foi através do cálculo:

$$Ctorneira = Caparelho * Ptotal$$

Clavatório = Consumo médio diário de água em lavatórios;

Caparelho = Consumo médio de água por cada torneira (litros);

Ptotal = População total da escola

Tabela 10: Estimativa de consumo de água com torneiras.

<b>CONSUMO EM TORNEIRAS</b>					
Nº USUÁRIO	CONSUMO APARELHO				
	VAZÃO (L)	FREQUÊNCIA MÉDIA	DEMANDA DIÁRIA (L)	DIAS ÚTEIS	DEMANDA MENSAL (L)
431	7	1	3.017	21	63.357

Fonte: Do Autor, (2022).

Feita a estimativa a demanda de consumo realizando o somatório dos consumos totais diário e mensal de água nos aparelhos, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Demanda de consumo de água diária e mensal.

<b>DEMANDA DE ÁGUA</b>		
APARELHO	CONSUMO (L/DIA)	CONSUMO (L/MÊS)
LIMPEZA	300	9.000
BACIAS SANITÁRIAS	360	1.293
TORNEIRAS	3.017	90.510
<b>Total</b>	<b>3.677</b>	<b>100.803</b>

Fonte: Do Autor, (2022).

#### ✓ Volume do Reservatório

Para o dimensionamento do reservatório, fez-se necessário utilizar o Método de Rippl (ABNT, 15527/2007), esse método geralmente superdimensiona o reservatório, ajuda a verificar o limite superior do volume do reservatório de acumulação de águas de chuvas. Neste método pode-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

O dimensionamento dos reservatórios deve ser conforme a ABNT NBR 12217.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

S(t) = Volume de água no reservatório no tempo t;

Q(t) = Volume de chuva captada no tempo t;

D(t) = Demanda ou consumo no tempo t;

Onde:

$$Q(t) = P(t) \times A \times C$$

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

Sabendo que:

$P(t)$  = Precipitação no tempo  $t$ ;

$A$  = Área de captação;

$C$  = Coeficiente de escoamento superficial;

\*Importante:

$V$  = Volume do reservatório em metros cúbicos.

$V = \sum S(t)$ , somente para valores  $S(t) > 0$

Sendo que :  $\sum D(t) < \sum Q(t)$

O dimensionamento foi feito com base na área de captação, usos da água a ser armazenada e índices pluviométricos do local de implantação do sistema. Com os dados colhidos da estação de Marabá, do Banco de Dados Meteorológicos do INMET, foi possível fazer uma média do nível mensal de precipitações de 2014 a 2020, conforme apresentado na Tabela 12.

Tabela 12: Precipitação média – 2014 a 2020.

ANO	Média Precipitação (mm)/mês	Área mínima (m <sup>2</sup> )	D (t) Demanda mês (m <sup>3</sup> )	Q (t) Volume da Chuva (m <sup>3</sup> )	S(t) Volume do Reservatório (m <sup>3</sup> )
JAN	181,60	190,30	9,00	24,88	15,88
FEV	256,00	190,30	9,00	35,08	26,08
MAR	301,49	190,30	9,00	41,31	<b>32,31</b>
ABR	127,63	190,30	9,00	17,49	8,49
MAI	83,23	190,30	9,00	11,40	2,40
JUN	7,66	190,30	9,00	1,05	-7,95
JUL	18,49	190,30	9,00	2,53	-6,47
AGO	4,94	190,30	9,00	0,68	-8,32
SET	7,91	190,30	9,00	1,08	-7,92
OUT	21,11	190,30	9,00	2,89	-6,11
NOV	71,49	190,30	9,00	9,79	0,79
DEZ	151,23	190,30	9,00	20,72	11,72
<b>Total</b>	1232,77	-	<b>108,00</b>	<b>168,91</b>	60,91
<b>Média</b>	102,73	-	9,00	14,08	5,08
<b><math>\sum D(t) &lt; \sum Q(t)</math></b>			<b>108,0</b>	<b>168,91</b>	-

Fonte: Autor, (2022).

O telhado possui área de 190,30 m<sup>2</sup>, totalizando um volume de chuva anual de 168,91 m<sup>3</sup> e atendendo uma demanda anual de 108 m<sup>3</sup> em um reservatório de 5.000 litros.

Os valores de consumo diário, o aferido em literatura e as médias das séries históricas mensais, depreende-se que a viabilidade do uso da água pluvial se dá no intervalo de janeiro a maio, e começa a ficar estável novamente de maneira gradual de novembro a dezembro. Logo a alternativa de captação de água pluvial seria viável no período de sete meses do ano, onde iria suprir as necessidades hídricas da escola.

#### ✓ Confeção e Instalação dos Componentes Físicos da Tecnologia

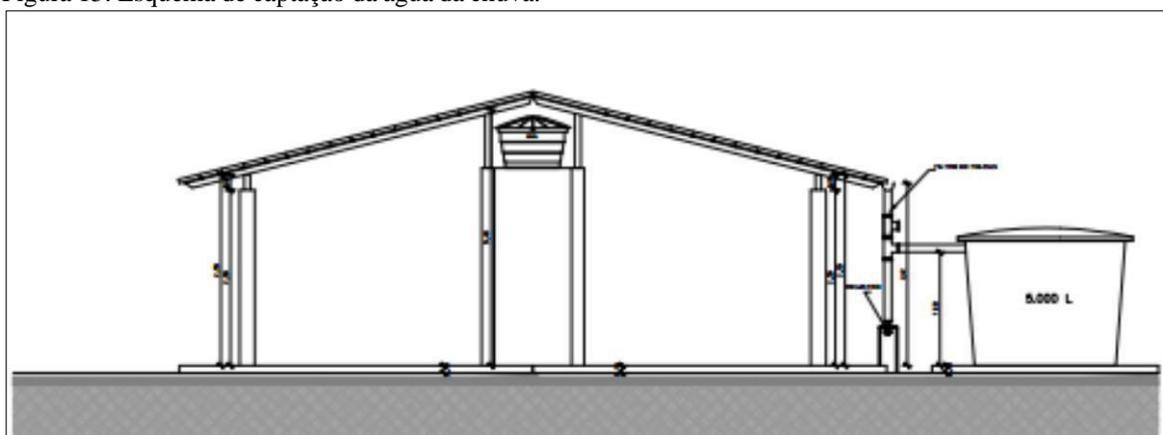
O componente para captação da água de chuva consiste no posicionamento das calhas de coleta instalado ao longo de um lado do telhado da escola, utilizando a área do telhado para a captação da água de chuva.

O sistema de coleta da água de chuva deve ser construído com calha e abraçadeiras de PVC, onde as últimas deverão ser anexadas ao telhado para dar suporte à calha, posicionadas a cada 50 cm de tubo. Após de realizada a instalação, ajusta-se o componente de descarte da primeira água, este deverá ficar localizado próximo a caixa d'água de 5.000 litros, que receberá a água da chuva captada pela calha.

O tratamento mínimo pelo qual a água deve passar é o descarte da água da primeira chuva, normalmente contaminada por fezes de animais, como pássaros, ratos e gatos, poeira, fuligem, etc. Diversos estudos têm demonstrado a importância desse componente/sistema de descarte na redução de contaminantes da água captada do telhado.

O componente de descarte da primeira água chuva é composto por um filtro de folha e uma tubulação vertical de 100 mm e um registro na base. Essa estrutura deve ter um suporte de madeira que apoia o registro desse componente, conforme apresentado na Figura 15.

Figura 15: Esquema de captação da água da chuva.



Fonte: Programa Cisternas, (2017).

### ✓ Sistema de Tratamento

O sistema de tratamento deverá ser composto por uma tubulação de PVC com furos e revestida por uma manta geossintética, instalado no fundo da caixa d'água de 5.000 litros que recebe a água da chuva do telhado. A tubulação tem a função de drenar a água tratada e a manta geossintética tem a função de evitar a entrada de areia e a impurezas na tubulação, além de drenar a água filtrada para dentro da tubulação que direciona a água da chuva para a outra caixa d'água de 5.000 litros.

A operação e manutenção desse tipo de filtro são simples, onde o primeiro passo é remover a membrana geossintética que envolve o cano e, em seguida, lavá-la apenas com água corrente. O número de manutenções do filtro dependerá principalmente da qualidade da água bruta que passa pelo tubo, de forma que a necessidade de lavagem da membrana será identificada quando a vazão de água tratada estiver reduzida.

### ✓ Preparo da estrutura de suporte da caixa d'água

Para instalação da caixa d'água de 5.000 litros será necessário a construção de uma base de apoio de concreto de 3 x 3 metros no solo. Após a montagem da base suporte da caixa d'água, deverá ser implantados os componentes hidráulicos ao longo de todo o sistema (reservação, distribuição e pontos de uso).

### ✓ Preparo da rede de distribuição

A rede de distribuição deve ser construída com tubulações de PVC ou materiais tecnicamente equivalentes. As tubulações da rede que levaram água da caixa de 5.000 litros para o reservatório interno da escola devem ser enterradas considerando o terreno de terra firme estudado.

Para elevação da água tratada do reservatório de 5.000 litros para um reservatório localizado na parte interna da escola será necessário a instalação de uma bomba. A instalação dos componentes elétricos relacionados ao bombeamento deve ser realizada com apoio de técnicos especializados e com apoio dos membros da escola, que participaram da capacitação técnica e devem preferencialmente participar do processo de instalação desse sistema.

É de extrema importância destacar que todas as etapas envolvidas na implantação da tecnologia social (mobilização, capacitação e implantação dos componentes físicos) deverão desenvolveridas a partir mobilização e participação da comunidade:

Atividade:

**1. Mobilização, seleção e Cadastramento:** Encontro Local/Territorial, reunião e cadastro

**2. Capacitações:** Técnica, Gestão da água para consumo humano.

**3. Implantação da Tecnologia**

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As Tecnologias Sociais são conhecidas como técnicas ou medidas utilizadas como alternativas modernas, simples e de baixo custo para soluções de problemas para as camadas menos favorecidas da sociedade.

O objetivo do trabalho foi apresentar uma proposta de Tecnologia Social de aproveitamento da água da chuva para fins menos nobres a Escola Municipal de Ensino Fundamental Professora Maria das Neves.

Para demonstrar a viabilidade da proposta foi realizado um diagnóstico socioambiental do abastecimento público de água que atende o Distrito Santa Fé através do Plano Municipal do Município de Marabá / PA, a fim de conhecer a situação do saneamento local, especificamente na escola Maria das Neves.

O diagnóstico socioambiental identificou que o distrito possui apenas um sistema de captação de água subterrânea e que grande parte da população de Santa Fé possui poços individuais para o abastecimento de água de suas residências. A população com situação menos favorável utiliza do poço da prefeitura. Dentro deste contexto, a comunidade escolar indicou a ocorrência de escassez de água, quando ocorre manutenção do único sistema de abastecimento, uma vez que esta é realizada por pessoas que ficam em Marabá, distante 70 km do distrito.

A partir da avaliação, foi observado a relevância dos dados pluviométricos na região Marabá, analisando os valores da precipitação climatológica média entre os anos de 2014 e 2020, e das características da edificação para eficiência do sistema de aproveitamento de águas da chuva.

A proposta da Tecnologia Social teve como base o Programa Cisterna, destacando as etapas que precisam ser envolvidas como: mobilização, capacitação e implantação dos componentes físicos. Objetivando que a escola se aproprie dos elementos integrantes da tecnologia social desde do processo de sua implantação, criando um compromisso a partir do exercício da gestão compartilhada e participativa.

Deste modo, foi possível observar que a alternativa da implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, minimizará a escassez de água em períodos críticos, além de proporcionar economia de água potável em outras atividades para fins menos nobres. Porém, se faz necessário indicar a importância do envolvimento do poder público e comunidade para alcance da proposta.

## REFERÊNCIAS

ARTIGO: **A água para o desenvolvimento sustentável justo e igual** | As Nações Unidas no Brasil, Acesso 10-12-22.

BARBOSA, Vivian Michelli. **Captação e reuso de água da chuva para fins não potáveis: estudo de caso em um posto de saúde com horta comunitária**, 2022.

BONA, Sara Caroline. **Aproveitamento da água da chuva para usos não potáveis no Edifício D do Campus 2 do Politécnico de Leiria**. 2021. Tese de Doutorado.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL, MS. Diretrizes para atuação em casos de surtos, de doenças e agravos de veiculação hídrica. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em saúde Ambiental e saúde do trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**.

CASTRO, Bruna Tayná Pereira et al. Potencial de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na Universidade do Estado do Pará. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e41810515066-e41810515066, 2021.

COSTA, Adriano Borges. **Tecnologia social & políticas públicas**. Instituto Pólis; Fundação Banco do Brasil, 2013.

COSTA, Josimar Sousa et al. Tecnologia Social à Luz da Teoria Sociotécnica: O caso do Projeto Mandalla no Ceará. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social**, v.3, n.3, 2012.

DAGNINO, Renato. **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande: Eduepb, 2014.

DE OLIVEIRA, Carlos Roberto; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Novo marco do saneamento básico no Brasil**. Editora Foco, 2022.

FONSECA, Sanara do Nascimento. **Águas subterrâneas: a importância e os perigos que**

**podem ocorrer pela falta de saneamento na cidade de Santa Quitéria do Maranhão.**  
2022.

FUNASA. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Departamento de Engenharia de Saúde Pública.** Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

JUNIOR, Miguel Guilhermino de Archanjo; GEHLEN, Simoni Tormohlen. A Tecnologia Social e sua Contribuição para a Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 345-374, 2020.

LEAL, Adriana Karla Tavares Batista Nunes et al. **Uso de tecnologias sociais de captação de água da chuva para a convivência com o semiárido brasileiro**, 2015.

LOBO, Marco Aurélio Arbage et al. Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, p. 2119-2127, 2013.

MARQUE, Mario Berni de et al. Tecnologia social de saneamento básico: reflexões a partir de uma ação extensionista no assentamento Nova São Carlos. **Retratos de Assentamentos**, v. 24, n. 1, p. 136-157, 2021.

MARANHÃO, Eduardo Vinícius Pereira. **Viabilidade técnica de captação e aproveitamento de água da chuva no condomínio Ville de France.** 2019.

MELO, Iasmine Aléxia de Aquino. **Saneamento básico e sua relação com a saúde pública no município de Marabá-Pa.** 2019.

MENDES, Eudiane Parentes et al. **Qualidade da água e doenças: uma percepção dos discentes do IFAM/Tefé.** 2022.

MORAES, Bergson Cavalcanti de et al. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta amazonica**, v. 35, p. 207-214, 2005.

OLIVEIRA, Carlos Roberto de. **Novo marco regulatório para o saneamento básico: estratégias para definição, capacitação e acompanhamento das normas de referência emitidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico—ANA.** 2022.

**O QUE É UM PLUVIÔMETRO?** Meteorópole, 2011. Disponível em: . Acesso em 19/09/2021.

PROGRAMA CISTERNAS. Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e

Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água. **Sistema Pluvial Multiuso Autônomo – Simplificado**. 2017

RIBEIRO, Mariana Calsing. **Coefficiente de relação entre consumo de energia e índice pluviométrico de um sistema de recalque pluvial**. 2022.

RODRIGUES, Edgleidson Lima et al. Análise da Precipitação Pluviométrica Mensal e Anual e dos Períodos de Seca no Município de Guarabira-PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 01, p. 134-144, 2023.

SARMENTO, MIA et al. Captação e aproveitamento de água da chuva em residências rurais no Município de Nazarezinho–Paraíba. **Revista de Agroec. no Semiárido**, Sousa, v. 1, n. 1, p. 24-33, 2017.

SCHUCH, Guilherme et al. **Análise de potencial para implantação de sistema de aproveitamento da água da chuva**. Um estudo de caso. 2022.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **SNIS**. [S.l.]. SNIS, 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=161>.>. Acesso em: 24 abr. 2023.

SOUZA, Cezarina Maria Nobre et al. **Saneamento: promoção da saúde, qualidade de vida e sustentabilidade ambiental**. SciELO-Editora FIOCRUZ, 2015.

[https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset\\_publisher/EljjNRSeHvoC/content/vamos-reaproveitar-a-agua-da-chuva-/1355746?inheritRedirect=false](https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agua/-/asset_publisher/EljjNRSeHvoC/content/vamos-reaproveitar-a-agua-da-chuva-/1355746?inheritRedirect=false). Acesso em: 09 dez. 2022.

<https://www.fundacaoabh.org.br/desenvolvimento-comunitario-local>. Acesso em: 10 dez. 2022.