

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS MARECHAL DEODORO  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

JEFFERSON KLEYTON DOS SANTOS CORREIA

THIAGO FELIPE DOS SANTOS SILVA

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA  
FINS NÃO-POTÁVEIS NA ESCOLA MUNICIPAL RUI PALMEIRA EM SÃO  
MIGUEL DOS CAMPOS – AL.**

MARECHAL DEODORO

2021

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS MARECHAL DEODORO

JEFFERSON KLEYTON DOS SANTOS CORREIA  
THIAGO FELIPE DOS SANTOS SILVA

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA  
FINS NÃO-POTÁVEIS NA ESCOLA MUNICIPAL RUI PALMEIRA EM SÃO  
MIGUEL DOS CAMPOS – AL.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção de grau  
de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Profa. Dra. Ana Paula Santos de  
Melo Fiori.

MARECHAL DEODORO

2021



**Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação  
Instituto Federal de Alagoas  
Campus Marechal Deodoro  
Biblioteca Dorival Apratto**

---

C824i

Correia, Jefferson Kleyton dos Santos.

Implantação de um sistema de captação de águas pluviais para fins não-potáveis na escola municipal Rui Palmeira em São Miguel dos Campos – AL / Jefferson Kleyton dos Santos Correia, Thiago Felipe dos Santos Silva. – 2021.

62 f. : il., color.

1,52 megabytes (PDF)

Inclui bibliografia e figuras.

Apêndice: p. 59-62

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2021.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Santos de Melo Fiori.

1. Preservação dos recursos naturais. 2. Águas Pluviais. 3. Reaproveitamento. 4. Sistema de Captação. I. Título. II. Silva, Thiago Felipe dos Santos. III. Fiori, Ana Paula Santos de Melo.

CDD: 696.1

---

**Maria Jôse Nascimento Leite Machado  
Bibliotecária – CRB 4/2125**

JEFFERSON KLEYTON DOS SANTOS CORREIA

THIAGO FELIPE DOS SANTOS SILVA

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA  
FINS NÃO-POTÁVEIS NA ESCOLA MUNICIPAL RUI PALMEIRA EM SÃO MIGUEL  
DOS CAMPOS – AL.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como requisito parcial para obtenção de grau de  
Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Aprovado em: 25 /05 /2021.

**BANCA EXAMINADORA**

*Ana Paula S. dos. Fiori*

---

Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ana Paula Santos de Melo Fiori (Orientador)

Instituto Federal de Alagoas – IFAL

*Bruna Maria Ferrari Machado Dória*

---

Prof.<sup>a</sup> Ma. Bruna Maria Ferrari Machado

Instituto Federal de Alagoas – IFAL

*José Aparecido da Silva Gama*

---

Prof. Me. José Aparecido da Silva Gama

Instituto Federal de Alagoas – IFAL

## **AGRADECIMENTOS**

A nossa família pela paciência nos períodos de ausência e apoio incondicional em todos os momentos e por sempre terem acreditado em nosso potencial para chegar aonde chegamos.

Ao meu irmão Jonathan Fernando pelo apoio incondicional.

Aos nossos pais Luiz Carlos Inácio Correria, Maria José Ferreira dos Santos Correia, Cícero Almir dos Santos Silva e Edvania de Freitas Santos, pelo apoio, incentivo, conforto nos momentos de dificuldade e por sempre acreditar que esse sonho seria possível.

A orientadora Ana Paula Santos de Melo Fiori pelas críticas construtivas e incentivos e pela construção deste trabalho, um muito obrigado de coração, pois sem você este trabalho não poderia ter sido concluído.

O nosso muito obrigado ao coordenador do curso professor Pedro Guilherme que nos encorajou no início do trabalho.

A diretora Alice Venâncio de Oliveira dos Santos e a vice- diretora Fabiane Guedes da Silva, pelo total apoio pelo desenvolvimento do trabalho na escola, desde a ideia do trabalho até o fim, agradecemos de coração pelo apoio de vocês.

Aos professores desta banca que disponibilizaram seu tempo e se empenharam desde a qualificação, para o engrandecimento desta monografia.

A nossa querida colega Amanda Porto que nos abriu a mente e os olhos durante elaboração do trabalho.

A Isabelle Santos pelas dicas e ajuda em todos os momentos, nosso muito obrigado.

À todas as pessoas importantes que contribuíram de alguma maneira e nos incentivaram, torceram por nós e estiveram sempre ao nosso lado seja qual fosse a ocasião.

## DEDICATÓRIA

À Deus, pela misericórdia. Aos nossos pais: (Cícero Almir e Edvânia; Luiz Carlos e Maria José) pela formação de nosso caráter, educação e cultura.

## RESUMO

O tema em questão traz um projeto de implantação de um sistema de captação e utilização de águas pluviais, abordando dois fatores consideráveis, sendo eles a importância da preservação dos recursos naturais, em específico a água doce e potável e a importância da utilização da água da chuva para fins não potáveis, todavia que essa água tem baixo custo de armazenamento, tornando-se útil para diversas funções, tal como jardinagem, descargas e lavagem de pátios e veículos. Para tanto, o objetivo deste estudo é demonstrar a importância dos recursos hídricos e a preservação das fontes e cursos d'água, dos quais os seres do globo terrestre dependem para sua subsistência, informando sobre sua distribuição e captação no mundo e no Brasil, e apresentar as principais vantagens do reaproveitamento das águas pluviais para fins não potáveis, através de um sistema de captação implantado na Escola Municipal Rui Palmeira - São Miguel dos Campos, além de servir de base para a criação de novos sistemas.

**Palavras-chaves:** Preservação dos recursos naturais. Águas Pluviais. Reaproveitamento. Sistema de Captação.

## **ABSTRACT**

The topic in question brings a project to implement a system for capturing and using rainwater, addressing two considerable factors, approaching the importance of preserving natural resources, in particular fresh and potable water and the importance of using rainwater for non-potable purposes, however this water has a low storage cost, making it useful for different functions, such as gardening, discharging and washing yards and vehicles. Therefore, the purpose of this study is to demonstrate the importance of water resources and the preservation of sources and streams, on which the beings of the terrestrial globe depend for their subsistence, informing about their distribution and capture in the world and in Brazil, and to present the main advantages of reusing rainwater for non-potable purposes, through a collection system implemented at the Rui Palmeira Municipal School - São Miguel dos Campos, in addition to serving as a basis for the creation of new systems.

Keywords: Preservation of natural. Rainwater. Reuse. Capture System.

**LISTA DE QUADROS**

**Quadro 1-** Materiais utilizados no sistema de reuso.....41

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Vista de Topo da Escola Municipal Rui Palmeira. ....	36
<b>Figura 2</b> – Escola Municipal Rui Palmeira. ....	38
<b>Figura 3</b> – Instalação do Pluviômetro Caseiro. ....	40
<b>Figura 4</b> – Planta de cobertura da Escola Municipal Rui Palmeira. ....	43
<b>Figura 5</b> – Projeto Arquitetônico/ Coberta da Escola Municipal Rui Palmeira junto com o sistema de captação de águas pluviais. ....	45
<b>Figura 6</b> – Vista Frontal do Sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis na Escola Municipal Rui Palmeira. ....	49
<b>Figura 7</b> – Vista Lateral direita do Sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis na Escola Municipal Rui Palmeira. ....	51

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANA	Agência Nacional de Águas
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PEC	Proposta de Emenda à Constituição
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SPA	Serviço Personalizado de Atendimento
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 ASPECTOS IMPORTANTES SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA.....	19
2.2 A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO BRASIL.....	20
2.2.1 Regiões Hidrográficas do Brasil.....	21
2.3 MANANCIAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS.....	22
2.4 ESCASSEZ DA ÁGUA QUALITATIVA E QUANTITATIVA.....	23
2.5 LEGISLAÇÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS.....	25
2.5.1 LEI DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	25
2.5.2 LEI DE SANEAMENTO BÁSICO.....	26
2.5.3 LEGISLAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS.....	27
2.6 DEFICIÊNCIAS NO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	28
2.7 DOENÇAS PROVENIENTES DO SISTEMA DEFICIENTE DE ÁGUAS PLUVIAIS E AS SOLUÇÕES MAIS ASSERTIVAS.....	31
2.7.1 MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DOS CAMPOS.....	31
2.8 CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA USO E CONSUMO COM APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL.....	33
2.8.1 Tipos de Reuso.....	34
3. OBJETIVOS.....	34
Objetivo Geral.....	34
Objetivos Específicos.....	35
4. METODOLOGIA.....	35
4.1 Caracterização do Objeto de Estudo.....	35
4.2 Reconhecimento da área.....	39
4.3 Construção do Pluviômetro Caseiro.....	39
4.4 Materiais utilizados.....	41
4.5 Desenvolvimento do sistema de Captação de águas pluviais.....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
6. CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICES.....	61

## 1. INTRODUÇÃO

Para a conceitualização da água, elemento existente no orbe terrestre identificado como recurso primordial para a sobrevivência dos seres vivos, Gleik (2003) a classifica como substância composta por hidrogênio e oxigênio (2 átomos de hidrogênio para 1 átomo de oxigênio - H<sub>2</sub>O), em forma líquida, sem sabor e cheiro. Na condição de água doce, o autor aponta tal elemento como procedente de rios, lagos e/ou nascentes, enquanto que, na qualidade de água salgada, presente nos oceanos e mares, possui o cloreto de sódio (sal) em sua constituição.

Distribuída de forma desigual nas diversas regiões do planeta e categorizada como bem natural, a disponibilidade, acesso, uso e consumo da água são fundamentais para diversas atividades da humanidade e demais organismos terrestres. Dessa forma, quando se menciona “fazer uso da água”, tal expressão assume como significado a utilização dos seus mananciais em ações provindas da atuação humana. Para a elucidação do termo “consumo” deste bem considerado finito, a acepção desta palavra alcança um conjunto de ações antrópicas empreendidas para se obter os benefícios de sua distribuição e uso, envolvendo os meios de obtenção, coleta, transporte e acondicionamento. (NUNES *et al.*, 2009; SILVA, 2007).

Na qualidade de recurso passível de renovação, a água doce é avaliada como direito básico pela Organização das Nações Unidas (ONU) e está disponível na Terra em quantidade próxima a 3% do volume total de água, constituindo-se os 97% restantes de água salgada não potável. (BRASIL, 2009; NUNES *et al.*, 2009).

Segundo Augusto *et al.* (2012) e BRASIL (2009), o volume de 3% de água doce apresenta-se em mais de 2,5% na forma de gelo, nos polos sul, norte e nas regiões próximas, em locais de difícil acesso ao homem, quando se depara com vários obstáculos para seu transporte até os meios urbanos e áreas de agropecuária, dentre outros destinos. Assim, restam apenas 0,5% na superfície e em depósitos abaixo do solo para atender aos variados usos antrópicos e outros espaços do meio ambiente terrestre.

Conforme a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), os continentes mais privilegiados pelos abundantes mananciais de água em suas terras

são: a África, América, Ásia, Europa e Oceania, Austrália e Antártida, localizando-se especialmente na Rússia, China, Canadá, Estados Unidos, República Democrática do Congo, Colômbia e Brasil (AUGUSTO *et al.*, 2012; BRASIL, 2009; BRASIL, 2021a; SILVA, 1998).

Augusto *et al.* (2012) contribuem ao apontarem o mesmo volume na quantidade de água existente no planeta, apresentando modificações quando se transforma pela ação decorrente das estações do ano (verão e inverno) e variações do clima.

Os recursos hídricos existentes no território brasileiro são equivalentes a 12% do total de água do planeta e essa farta distribuição em quase todo o Brasil, conta com a vazão média dos rios de, aproximadamente, 180.000 m<sup>3</sup> por segundo por ano, sendo este volume equivalente a 1,5 milhões<sup>2</sup> de m<sup>3</sup> por segundo. (ANA; MMA; PNUMA, 2007).

No que tange às fontes hídricas superficiais no território brasileiro, a mais privilegiada, com cerca de 132 mil m<sup>3</sup>/s por segundo, é a região hidrográfica do Amazonas, enquanto a região do Parnaíba é a menos representativa em termos de volume com 753 m<sup>3</sup> por segundo. (AUGUSTO *et al.*, 2012).

Assim, de acordo com sua localização, definiu-se as regiões hidrográficas, como: Amazônica, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Tocantins-Araguaia, Parnaíba, São Francisco, Atlântico Sul, Paraguai, Paraná e a Uruguai, cada qual contribuindo de diferentes formas no panorama brasileiro conforme suas características. (BRASIL, 2021b).

Conforme dados das entidades ANA, MMA e PNUMA (2007) e Augusto *et al.* (2012), os estudos e cálculos dos pesquisadores apontam o volume de água doce em, aproximadamente, 30% nas camadas inferiores da superfície, localizando-se na região Centro-Sul do Brasil importante reserva subterrânea de água conhecida como Sistema Aquífero Guarani, cuja extensão alcança países vizinhos.

No entanto, ainda que a fartura de reservas aquíferas contemple vários países, como é o caso do Brasil, cuja disponibilidade aquífera é privilegiada, a água nem sempre está disponível nos locais onde se faz necessária, pelos impedimentos ao fácil acesso aos abundantes mananciais para os variados usos do homem. (AUGUSTO *et al.*, 2012; BRASIL, 2021b).

Em contrapartida, em um panorama contrastante ao que se apresenta na região amazônica, na qual há um volume expressivo de chuvas, na região do nordeste do país o volume de chuvas é insuficiente para atender aos seus habitantes, ao sistema agropecuário e demais necessidades, concorrendo para a necessidade de se recorrer a outras fontes de recursos hídricos. (ANA; MMA; PNUMA, 2007; AUGUSTO *et al.*, 2012; BRASIL, 2021b).

A escassez de chuvas no nordeste brasileiro, onde há carência extrema de água, é uma das principais causas da reduzida oferta de água na região, atingindo, especialmente, o interior dos estados que sofrem com a seca e, conseqüentemente, com o desaparecimento dos cursos d'água, que só ressurgem na curta estação das chuvas. Assim, a natureza em geral, a cobertura vegetal, os animais e os habitantes do nordeste são profundamente afetados pela seca, restando poucos reservatórios com limitada quantidade de água que, dividida entre pessoas e animais, possui um importante grau de impurezas e um nível baixo de segurança e qualidade para seu uso. (ANA; MMA; PNUMA, 2007; AUGUSTO *et al.*, 2012; BRASIL, 2021b).

Outras regiões do Brasil possuem suas próprias particularidades quanto às possibilidades e distribuição dos recursos hídricos, apresentando escassez de água devido à irregularidade das precipitações de chuva, aumento demográfico no Sudeste, Nordeste e Sul e, ainda, o desperdício da água. Assim, enquanto 12% de toda a água doce existentes no mundo se localizam no Brasil, 70% desse volume situam-se na região Amazônica, onde o índice demográfico atinge 6,8%. Já o Nordeste só pode contar com 5% desse volume de água com o consumo dividido entre os 30% de índice populacional. No Sul e Sudeste, regiões onde os habitantes somam 60% da população brasileira, as reservas de água doce são da ordem de 12,5%. Quanto ao Centro-Oeste, o percentual de água doce atinge 15,7% para os 6,4% da população. (AUGUSTO *et al.*, 2012; CÂMARA NETO, 2011).

De acordo com Moraes e Jordão (2002) e as entidades ANA; MMA; PNUMA (2007), o panorama agonizante que revela a escassez qualitativa e quantitativa dos mananciais hídricos se deve a constantes e nocivas interferências humanas na conjuntura das águas. Fatores como a aglomeração urbana favorecida pela migração populacional, a falta de planejamento, a produção de produtos químicos e seu despejo nas águas, a modificação dos leitos dos rios sem os devidos cuidados com a sua preservação, a exacerbada alteração da natureza em atendimento aos interesses

humanos levam à extinção das águas e dos seres que necessitam desse bem para sua subsistência.

As soluções devem perpassar pelo crivo da população como um todo e dos órgãos governamentais para os cuidados, proteção e sustentabilidade do ambiente em favor da preservação dos recursos hídricos com a gestão racional e efetiva, visto que os níveis de qualidade da água se encontram cada vez mais poluídos e reduzidos. (ILLUECA; RAST, 1999).

Ao observar a situação de escassez da água, Augusto *et al.* (2012) enfatizam a necessidade de um arcabouço jurídico robusto, em que o Estado brasileiro possa se respaldar para a efetivação de um sistema de gestão das águas capacitado para implantar medidas positivas para o abastecimento, a irrigação e o armazenamento em prol das populações residentes nas regiões mais afetadas pela seca, como o Nordeste do Brasil, mitigando a sede das pessoas, dos animais e contribuindo para a sobrevivência das espécies vegetais na agricultura e da Natureza, em geral.

As entidades mundiais, como a WHO (2003), apontam a necessidade de uma legislação das águas para estabelecer o direito, a proteção, preservação e uso da água, garantindo a todos o direito ao seu uso, sem a interferência de grupos econômicos poderosos.

A PEC 258/2016 “dá nova redação ao Art. 6º da Constituição Federal, para introduzir o direito humano ao acesso à terra e à água como direito fundamental”, por considerar indissociável a relação desses dois recursos com o desenvolvimento inclusivo e sustentável – e, ainda, para tornar a norma brasileira coerente com documentos internacionais que tratam da função social da propriedade (Ascom/Consea, 2017).

Os principais instrumentos legais sobre a gestão das águas, contemplando sua proteção e determinando seu uso, dentre outros fins, vem do início do século passado por meio do Decreto nº 10.643, do Código das Águas, de 10 de julho de 1934, que abriu caminho para outras leis, como a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para a administração dos recursos hídricos e política nacional de recursos hídricos. (BRASIL, 1997; MOTTA, 1998).

Em seguida, conforme BRASIL (2007, 2009, 2020) e EOS (2019), viabilizou-se importante percurso jurídico, ampliando-se a elaboração de outras leis

para oportunizar o surgimento da Agência Nacional de Águas (ANA), em 2009, a Lei nº 11.445 (Lei das Águas) em 2007, a instituição da Política Federal do Saneamento Básico e a promulgação da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, concorrendo para o aperfeiçoamento do saneamento no país. No que toca à utilização das águas pluviais, criou-se a NBR 15.527 em 2007 e a Lei nº 13.501, de 30 de outubro de 2017.

Diante às características geológicas e à drenagem das águas da superfície terrestre, o armazenamento de água se faz em diversos reservatórios na camada subterrânea resultante, inclusive, do escoar das águas das chuvas. No entanto, as alterações no solo resultantes das ações antrópicas incapacitam a infiltração da água, trazendo graves prejuízos para as cidades, como enchentes nos meios urbanos e consequências desastrosas para a natureza, derivando na redução de água nos reservatórios do subsolo. (NASCIMENTO, 2011; BOTELHO, 2011).

Sendo assim, Tucci (2005) indica um conjunto de medidas para a alteração do atual panorama por meio de eficaz planejamento visando oportunizar o devido escoamento para reservatórios de águas das chuvas. O autor ainda recomenda estabelecer procedimentos para impedir a degradação dos cursos d'água pelo despejo de lixo proveniente das populações ribeirinhas diretamente nos leitos dos rios; promover o saneamento básico e a coleta de lixo para todos os cidadãos; realocar as famílias mais carentes para moradias afastadas das fontes naturais, por meio de ações organizadas e disponibilizadas pelo poder público, dentre outras providências urgentes, trazendo, inclusive, o alívio do sistema público de saúde.

Lomeu (2017) indica a necessidade da coleta das águas da chuva para uso e consumo, devendo-se atentar para o planejamento, aproveitamento e abastecimento em reservatórios construídos, conforme as diretrizes de especialistas para o benefício das populações urbanas e outros fins igualmente importantes nas épocas de seca que ocorrem na região nordestina.

Um sistema deficiente para a captação das águas das chuvas deve ser modernizado transformando-se em um modelo que permita o escoamento das águas de forma apropriada, impedindo-se o transbordamento e a inundação que provoca, dentre outras consequências, a transmissão de doenças. Havendo a rede de escoamento pluvial separada do esgoto sanitário, como situação mais acertada, se faz necessária a limpeza de suas galerias, bem como a coleta de lixo para eliminar as

chances de entupimento e derramamento, além de se implantar o tratamento das águas da chuva. (TUCCI, 2005).

Quando as precipitações pluviais são extremamente elevadas, ocorrem as inundações e as águas carregam os agentes responsáveis pelas doenças, que, em contato com os seres humanos, causam doenças como a leptospirose, decorrente do contato com a urina dos ratos. Outra doença derivada do acúmulo das águas em espaços urbanos é a dengue, cujo vetor transmissor é o mosquito *aedes aegypti*. (TUCCI, 2005).

Conforme Tucci (2005), a solução ideal seria produzir a drenagem das águas pluviais das áreas ocupadas pelas construções humanas por meio do escoamento na micro e macro drenagem das bacias urbanas, seguindo um Plano Diretor de Águas Pluviais e aplicando-se medidas corretivas e de controle nas estruturas das cidades, viabilizando-se o escoamento das águas pluviais para não haver alagamento.

O nordeste do Brasil pertence à região da Bacia Atlântico Nordeste Oriental, caracterizando-se pela situação de escassez de recursos hídricos que abrange todos os municípios da área, agravada pelas condições do semiárido, que se tipifica pela baixa concentração de precipitação pluvial. (BRASIL, 2021b).

A região possui densidade demográfica de, aproximadamente, 84 habitantes por Km<sup>2</sup>, superior aos 22,4% de habitantes por Km<sup>2</sup> da média existente no restante do país. Dessa forma, se faz necessário promover um sistema de captação de águas pluviais como alternativa para suprir a carência hídrica. (BRASIL, 2021b).

Alagoas, estado pertencente ao Nordeste do país, apresenta clara insuficiência de chuvas, fato que reverbera negativamente nas condições gerais da qualidade de vida dos seres humanos, animais e vegetais da região, já que o nível pluviométrico confortável do restante do país é de 1.761 mm, ultrapassando em 709 mm os reduzidos 1.052 mm desta área. (BRASIL, 2015).

A insuficiência de abastecimento de água de toda a população de São Miguel dos Campos pela rede municipal, em virtude das constantes estiagens derivadas do baixo nível de chuvas calculadas em apenas 1.052 mm é intensificada pelo calor excessivo e elevado nível de evaporação. Por isso, se faz necessário promover um eficiente empreendimento de sistema de captação de águas pluviais

para a solução das dificuldades da população, que faz uso de poços, fontes ou outras formas alternativas de abastecimento. (BRASIL, 2005b).

O presente estudo tem como propósito precípua demonstrar a importância dos recursos hídricos e a preservação das fontes e cursos d'água, dos quais os seres do globo terrestre dependem para sua subsistência, informando sobre sua distribuição e captação no mundo e no Brasil, através de um projeto aplicado na escola Municipal Rui Palmeira, que consiste na captação de águas pluviais para a sua reutilização para fins não potáveis. Pretende-se, ainda, realizar um breve histórico sobre a legislação dos recursos hídricos, as águas pluviais e o saneamento, com enfoque na conjuntura que envolve a questão pluvial, em especial, no município de São Miguel dos Campos, em Alagoas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 ASPECTOS IMPORTANTES SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA

Elemento considerado como um dos mais importantes bens naturais, o conhecimento sobre a água é farto, sabendo-se que suas finalidades são as mais diversas, contribuindo para todas as formas de vida. Além de nutrir, dessedentar e constituir grande parte dos órgãos dos seres que habitam o globo, fornece energia, atende como meio de transporte, é base para a proveitosa cultura de animais, que se reproduzem e vivem no meio líquido, como plantas, peixes e animais aquáticos. (SPERLING, 1993).

No que tange à sua distribuição no globo, não obedece a um padrão uniforme e sua ocupação, na condição de água salgada e doce, estando em posição claramente superior, já que grande parte da extensão do planeta em dimensões aproximadas a 70,8% da sua superfície, encontra-se coberta pela água. (SILVA, 2007; BRASIL, 2005a).

Do total de água existente no mundo, 97,5% são de água salgada e dos 3% de água doce, 2,5% estão distribuídos na forma de gelo situados na Antártida e Ártico, respectivamente, nos polos sul e norte e, também, nas geleiras, enquanto os 0,5% restantes de água doce estão em rios, lagos, pântanos, lençóis freáticos (subterrâneos), localizados em 10.000.000 km<sup>3</sup> nos aquíferos, cujo destino se divide

em atendimento às necessidades de água potável em 50%, às atividades industriais em 40% e em 20% para a agricultura. (BRASIL, 2005a; FOSTER; CHILTON, 2003).

Dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), organização instituída no Brasil para a gestão dos recursos hídricos de forma sustentável e à regulação do acesso à água, apontam a localização dos mais significativos mananciais de água doce da superfície terrestre no território africano, atingindo 10% do total; nas áreas ocupadas pelas Américas, em 41%; na Ásia, em 31,6; na Europa, em 7% e na Oceania, Austrália e Antártida, em 3,9%. (AUGUSTO *et al.*, 2012; BRASIL, 2021a; SILVA, 1998).

Em termos de localização correspondente a 60% do total de água doce do globo, a distribuição contempla os seguintes países: Rússia, China, Canadá, Estados Unidos, República Democrática do Congo, Colômbia e Brasil, situando-se em terras brasileiras as maiores fontes de água doce do planeta. (AUGUSTO *et al.*, 2012; BRASIL, 2009).

A água que cai em forma de chuva sobre a Terra é estimada em 119.000 Km<sup>3</sup>, enquanto os lagos possuem o equivalente a 91.000 Km<sup>3</sup>. Já os reservatórios artificiais, onde se represa a água em obras feitas pelo homem, armazenam volume próximo a 5.000 Km<sup>3</sup> e os corpos d'água, alimentados pelo derretimento do gelo, neve e precipitações em forma de chuva, são calculados em 2.120 Km<sup>3</sup>. (UNESCO, 2003; VÖRÖMARTY, 1997).

É importante ressaltar que o total do volume de água no planeta é considerado o mesmo, observando-se, entretanto, modificações em sua quantidade em virtude das alterações provocadas pelas estações do ano e do clima nas diversas regiões, ora contribuindo em forma líquida pelas chuvas e degelo das geleiras e neve, ora variando as medições de volume na forma de gelo. (AUGUSTO *et al.*, 2012).

## 2.2 A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA NO BRASIL

De acordo com Augusto *et al.* (2012), dentre todos os países do planeta, sabe-se que o Brasil é o país que possui o maior volume de águas doces, fato de significativa importância, atingindo o percentual de 12% da totalidade existente no mundo. Esse fluxo gigantesco de recursos hídricos atende à população brasileira e excede em até 57 vezes o volume utilizado no país, evidenciando-se a sua expressiva

riqueza hídrica, já que esse volume de água seria capaz de atender a uma população de 32 bilhões de indivíduos, sendo que na Terra habitam cerca de 7.500 bilhões de pessoas. É oportuno destacar que os dados da ONU estipulam como aceitável a vazão média de água por habitante/ano em 1.700 m<sup>3</sup>, considerando-se em situação de “estresse crítico” o país que disponibiliza um volume inferior a esse valor para cada indivíduo. Já, no Brasil, são utilizados por habitante/ano 33 mil m<sup>3</sup>. (ANA; MMA; PNUMA, 2007; AUGUSTO *et al.*, 2012).

### 2.2.1 Regiões Hidrográficas do Brasil

Conforme a Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), a amplitude de recursos hídricos situados no território brasileiro é rica e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) classificou as bacias hidrográficas em doze regiões para facilitar a administração, tendo em vista que o país possui dimensões continentais. É importante definir que as regiões hidrográficas são aquelas onde se situam bacias ou mesmo um grupo formado por bacias e sub-bacias, as quais possuem as mesmas peculiaridades locais, de ordem econômica e sociais. (BRASIL, 2021b).

A distribuição dos mananciais contemplam o Brasil nas delimitadas Regiões das Bacias hidrográficas: Amazônica, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Tocantins-Araguaia, a Parnaíba, São Francisco, Atlântico Sul, Paraguai, Paraná e Uruguai. A de maior magnitude hídrica é a Bacia Amazônica formada por abundante rede de rios, enquanto a Bacia do Alto Paraguai e o Pantanal ocupam a área de maior extensão e a mais privilegiada, com cerca de 132 mil m<sup>3</sup> por segundo. Já a região do Parnaíba é a menos representativa em termos de volume com 753 m<sup>3</sup> por segundo. (ANA; MMA; PNUMA, 2007; BRASIL, 2021b; SILVA, 2007).

Amplamente distribuída no território brasileiro, sua vasta conjuntura hídrica privilegia áreas nas quais há menos concentração populacional especialmente nos estados do norte do país, nos quais se localiza a Bacia Amazônica, que possui cerca de 60% de seus recursos hídricos dentro das fronteiras brasileiras, formada por numerosa rede de corpos d'água de ampla e variada expressão hídrica, que alimentam o Rio Amazonas, cujo escoamento constitui em 1/5 do volume de toda a água doce do planeta. (SILVA, 2007).

A farta ocorrência de chuvas que atingem, aproximadamente, 2.500 mm por ano na região amazônica aumentam o fluxo do rio Amazonas, que, ainda, recebe representativo volume de água proveniente do degelo das geleiras dos Andes em terras além das fronteiras brasileiras. (AUGUSTO *et al.*, 2012).

Dessa forma, quanto à sua importância hídrica em termos de disponibilidade de cobertura de expressivos cursos d'água, a Amazônica é a região mais importante que dispõe de vasta cobertura, propiciando o uso e consumo para diversos fins, inclusive para navegação e pesca, com amplo potencial para a geração de energia hidrelétrica, no entanto, ainda não totalmente aproveitado. (ANA; MMA; PNUMA, 2007).

A área que abrange a Bacia do Alto Paraguai e o Pantanal, frequentemente procurada pelos turistas, é considerada a maior da Terra pela sua dimensão e capacidade de contenção das águas, estando, no entanto, exposta à contaminação decorrente do garimpo, da poluição doméstica e prejudicada pela criação do gado. (ANA; MMA; PNUMA, 2007).

### 2.3 MANANCIAIS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS

Se na Região Amazônica está situado o mais rico manancial de água superficial do território brasileiro, a região Centro-Sul do Brasil conta com um dos mais abundantes reservatórios subterrâneos de água doce do mundo, denominado Sistema Aquífero Guarani, que estende suas reservas ao Paraguai, Uruguai e Argentina. Este manancial de águas subterrâneas no Brasil está estimado em 4.000 m<sup>3</sup> por segundo, o que equivale a 400 mil poços destinados aos mais diversos usos, apresentando potencial hídrico para abastecer em mais de 15% as populações carentes deste recurso e aos locais desprovidos do fornecimento regularizado. (ANA; MMA; PNUMA, 2007).

Dentre todas as regiões brasileiras, especialmente no interior dos estados que a compõem, a que menos oferece recursos hídricos suficientes para o abastecimento e atendimento das necessidades humanas para garantir a vida dos animais e as safras da agricultura é a Região Nordeste. Devido aos desafios para a sobrevivência neste intimidador ambiente semiárido, observa-se o êxodo populacional para as grandes cidades dos estados nordestinos, elevando o índice populacional a

um nível superior em até quatro vezes o encontrado no restante do país. Assim, há um excesso de população mal distribuída, que forma bolsões de pobreza em instalações urbanas sem infraestrutura, compartilhando miseráveis condições de saúde e péssima qualidade de vida. Devido aos poucos recursos, crianças e adultos alojam-se à beira de instáveis encostas de córregos ou alagados, em favelas totalmente desorganizadas, causando uma situação de poluição crítica e, ainda, sujeitos a cheias e doenças de variadas ordens. (ANA; MMA; PNUMA, 2007).

Assim, a região nordestina é a mais pobre em possibilidades hídricas, com poucas fontes de água, clima quente durante todos os meses do ano e com baixas precipitações de chuva deficientes para suprir as necessidades e até a sobrevivência dos habitantes, da agricultura e dos animais. Esse panorama resume-se em seca, com um clima semelhante ao dos desertos, fazendo-se necessária a transferência de recursos hídricos de outras regiões para o abastecimento desta região marcada pelo meio ambiente semiárido. Apresenta ainda desafios a serem vencidos, como a degradação ambiental e os cuidados com a qualidade e o armazenamento da água. (BRASIL, 2021b).

Em complementação à descrição do panorama da Região Nordeste, na qual impera a escassez dos recursos hídricos, Tucci, Hespanhol e Cordeiro (2001), evidenciam a necessidade da presença e acessibilidade aos recursos hídricos como meios imprescindíveis para o progresso das populações, haja vista que o Nordeste demonstra posição desfavorável em meio aos outros estados do país quanto ao seu desenvolvimento socioeconômico.

Assim, se faz necessário refletir e considerar o texto a seguir:

[...] A relação entre água e desenvolvimento, entre água e equidade social, é óbvia [...] o Brasil deve se valer dessa riqueza hídrica como fator de propulsão para o alcance do tão sonhado desenvolvimento econômico-social, rompendo e superando o antagonismo ainda prevalecente que opõe crescimento econômico e preservação dos recursos naturais. [...]. (BRASIL, 2009, p. 11).

## 2.4 ESCASSEZ DA ÁGUA QUALITATIVA E QUANTITATIVA

A escassez da água vem se revelando cada vez mais intensa, tendo como um dos motivos o excessivo aumento demográfico nos centros urbanos, especialmente no Sudeste e Sul do Brasil, em, aproximadamente, 25 regiões

metropolitanas, repercutindo negativamente na oferta adequada e suficiente dos recursos hídricos à população. Em decorrência de problemas socioeconômicos, da falta de fiscalização, planejamento e gestão ineficientes dos órgãos competentes, gerou-se outros desafios, resultando em uma situação declaradamente desastrosa na preservação da qualidade e quantidade da água a médio e longo prazos pela migração desgovernada de um estrato populacional carente e de baixo poder aquisitivo em aglomerações habitacionais, inclusive nas proximidades de cursos d'água. (ANA; MMA; PNUMA, 2007; MORAES; JORDÃO, 2002).

Outros fatores que originam a escassez da água são citados por Moraes e Jordão:

Com o aumento da população humana e de sua tecnologia, impactos, como os seguintes, diversificaram-se: A) Produção de efluentes domésticos; B) Erosão seguida de alteração da paisagem pela agricultura, pela urbanização e pelo reflorestamento; C) Alteração de canais de rios e margens de lagos por meio de diques, canalização, drenagem e inundações de áreas alagáveis e dragagem para navegação; D) Supercolheita de recursos biológicos; E) Proliferação de agentes químicos tóxicos específicos ou não. (MORAES; JORDÃO, 2002, p. 3).

A poluição hídrica derivada de componentes impróprios de variadas naturezas descartados nos corpos d'água que a recebe degrada a qualidade ambiental, comprometendo os usos desta fonte. Dessa forma, a instalação e construção inapropriada de moradias, indústrias, além de comércios em locais impróprios, nas encostas, próximos às beiras de cursos d'água e nos alagados são alguns dos problemas das médias e grandes cidades causados pela falta de orientação de uma parcela crescente de pessoas que continuam a migrar para as periferias e pela omissão das autoridades frente à desafiadora conjuntura atual. (ANA; MMA; PNUMA, 2007; PEREIRA, 2004).

Conforme Pereira (2004) e Magalhães (1995) explicam, também, colaboram para esse cenário de escassez qualitativa e quantitativa da água, o esgoto doméstico e outros resíduos descartados nos rios, causando graves comprometimentos dos ecossistemas, a degradação ambiental, instalando-se a poluição e reduzindo a oferta de água pelo sufocamento e desaparecimento de fontes naturais. O assoreamento dos cursos d'água, a incapacidade de decomposição dos excessivos depósitos de lixo e outros fatores derivados da ação antrópica causam as

recorrentes enchentes, reverberando na qualidade de todo um sistema hídrico necessário para o uso, consumo, abastecimento e armazenamento das águas, agravando ainda mais a destruição de ecossistemas.

## 2.5 LEGISLAÇÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

Conforme a World Health Organization<sup>1</sup> – WHO (2003), a Organização das Nações Unidas (ONU) discorre sobre os direitos presentes nas regras internacionais, que regem os assuntos vinculados aos direitos fundamentais dedicados à garantia da dignidade das pessoas e das coletividades, incluindo-se, nesse rol, a normalização sobre a água. Nesse sentido, a ONU solicita aos países, em nível mundial, a construção de uma legislação adequada e eficaz para determinar o direito à água, visando, principalmente, ao respeito, à proteção e ao cumprimento das normas, assegurando-se, assim, o uso da água para todos, sem a intervenção restritiva de qualquer política empresarial e interesses econômicos para benefício próprio.

### 2.5.1 LEI DOS RECURSOS HÍDRICOS

Diante de tal panorama, se faz preciso abordar a situação da gestão da água sob o prisma legal, considerando-se as bases legais para o amparo à construção do referencial teórico deste estudo para se gerir os recursos hídricos. Primeiramente cita-se a criação, em 1934, do primeiro instrumento legislativo sobre a qualidade a ser observada e estabelecendo sua proteção por meio do Código de Águas pelo Decreto Nº 10.643. Esse significativo marco legal estimulou a criação das demais leis no Brasil, tendo inspirado outros países em suas legislações sobre o assunto. (EOS, 2019).

Em prosseguimento, destaca-se a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que, para Motta (1998), deu continuidade à gestão dos recursos hídricos do Brasil estabelecendo a Política Nacional de Recursos Hídricos. Sua promulgação estabeleceu grandes avanços na política de gestão da água, desempenhando o papel de abertura para o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), além de outras medidas de grande importância como se observa a seguir:

---

<sup>1</sup> Organização Mundial de Saúde

[...] na implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), elaborando planos de recursos hídricos em bacias hidrográficas de domínio da União (aquelas em que o curso d'água passa por mais de um estado ou país). Nas outras esferas, a ANA atua oferecendo apoio técnico na elaboração dos planos. [...] Outro instrumento da Política utilizada pela ANA, no âmbito do planejamento, é o enquadramento dos corpos d'água, que estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. (BRASIL, 2021a).

Suas normas objetivaram instituir uma administração de amplo espectro focada na qualidade, na disponibilidade, levando-se em conta a multiplicidade das peculiaridades de ordens populacionais, econômico-sociais e físicas, possibilitando-se, ainda, verificar, não somente o destino de sua utilização, como o envolvimento da população e os segmentos governamentais no gerenciamento desse sistema hídrico. Assim, determinou-se a regulamentação e alteração de mecanismos legais, dando, inclusive, margem à criação da Agência Nacional de Águas, em 2009, na forma de autarquia do Ministério do Meio Ambiente como novo mecanismo jurídico para a administração dos assuntos referentes aos padrões apropriados da água, sendo responsável pela Política Nacional dos Recursos Hídricos zelando pelas suas condições ideais e apontando as medidas necessárias para tal. (BRASIL, 2009; EOS, 2019).

## 2.5.2 LEI DE SANEAMENTO BÁSICO

Em 5 de janeiro de 2007, na busca para se promover as bases legais para nortear o saneamento básico, promulgou-se a Lei nº 11.445, também denominada como a Lei das Águas, submetida em 2020 a modificações em grande parte de seu conteúdo, ensejando novo rumo ao assunto, alterando as leis de nº 6.766 de 1979, nº 8.666 de 1993 e nº 8.987 de 1995, além de invalidar a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Deu possibilidade, ainda, ao surgimento de uma comissão composta de ministérios para estabelecer novos rumos para o saneamento básico. (BRASIL, 2007).

Em breve abordagem ao saneamento básico, pode-se afirmar que se trata de um sistema que compreende a distribuição de água potável, os serviços de saneamento básico, destinando-se, ainda, ao esgotamento sanitário, à limpeza dos centros urbanos, fiscalizando e verificando a drenagem e destino dos resíduos sólidos

e líquidos, além de administrar o complexo que trata das águas pluviais. Igualmente, está prevista na política que concerne ao Plano Nacional de Saneamento Básico a prestação do acesso de tais benefícios a todas as populações em todas as regiões, inclusive às comunidades de baixo poder aquisitivo. (EOS, 2019).

Conforme a EOS (2019), a Política Federal de Saneamento Básico, por intermédio de seus sistemas, tem como objetivo promover o crescimento e estender oportunidades como um todo para a população do país, beneficiando todas as localidades, a fim de propiciar renda mais promissora e contribuindo para a inclusão dos mais carentes. Dessa forma, há o planejamento de estabelecer o Plano Nacional de Saneamento Básico para contemplar a todos, cabendo ao Ministério das Cidades (atual Ministério do Desenvolvimento Regional<sup>2</sup>) providenciar as melhorias no período de 20 anos.

Ressalta-se que, em 2000, decretou-se a lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000, criando a Agência Nacional de Águas e Saneamento básico - ANA (BRASIL, 2000), para, em 2020, promulgar-se a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, em que se alterou o texto da lei de 2000, concedendo competências à ANA e modificando o teor de outros instrumentos jurídicos, visando aprimorar o sistema do saneamento no Brasil, dentre outros benefícios e medidas importantes, dispondo, em seu bojo, o intuito de aperfeiçoar o conteúdo do instrumento legal de 5 de janeiro de 2007 (Lei 11.445). (BRASIL, 2020).

### 2.5.3 LEGISLAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

No que se refere aos recursos hídricos, esse instrumento legal trata, ainda, da utilização das águas pluviais como aproveitamento para suprir à falta de água e, em 2007, por intermédio da Associação Brasileira de Normas Técnicas, criou-se a NBR 15.527 reforçando a utilização da água da chuva. (LOMEU, 2017).

Doze estados da federação brasileira estabeleceram outros instrumentos legais a fim de delimitar a gestão a partir do posicionamento das bacias hidrográficas e o acompanhamento das medidas, conforme a singularidade da outorga, para a

---

<sup>2</sup> Nota do autor: Conforme dados coletados na matéria de Chagas e Moraes (2019), as informações apontam a medida de caráter governamental da criação do Ministério do Desenvolvimento Regional, que englobou outros ministérios, inclusive, o Ministério das Cidades.

obediência a um planejamento e o instrumento de cobrança. É importante mencionar que tais propostas, seguiram as necessidades básicas das regiões e ajustaram as medidas de ação cabíveis nesse sentido. (MOTTA,1998).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, conforme traz o Art. 2º incluído e atualizado pela lei Nº 13.501, de 30 de outubro de 2017 (BRASIL, 2017), considerada como a lei de Recursos Hídricos, tem como propósito:

Art. 2º

[...]

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;

III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. (BRASIL, 2017).

É relevante observar a inserção do inciso IV no referido Art. 2º da Lei Nº 13.501, de 30 de outubro de 2017, que discorre, como elemento essencial, sobre a utilização das águas pluviais (derivadas das chuvas), estimulando a obtenção e preservação da água para o abastecimento e o aproveitamento para diversos usos. (BRASIL, 2017).

## 2.6 DEFICIÊNCIAS NO SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS

As fontes de água presentes na superfície terrestre e os reservatórios subterrâneos são recursos imprescindíveis oferecidos pela Natureza, disponibilizando extensos mananciais com diferentes profundidades e dimensões. O escoamento da água da superfície para a profundidade, graças à formação geológica e à drenagem da água das chuvas pelo presença de solo constituído por terra e plantas, permitem o preenchimento de bolsões no interior das camadas terrestres, produzindo lençóis freáticos e aquíferos. (NASCIMENTO, 2011).

Dessa forma, visando à sobrevivência e a segurança, para Braga (1997) e Colombo (2002), o sistema de escoamento, drenagem e preservação dos corpos d'água depende da transferência ordenada das moradias para locais distantes das margens dos rios, implantando-se modificações estruturais nas regiões

metropolitanas, que se veem assoladas pelas inundações a cada ano, trazendo doenças, perdas, poluição hídrica e grandes prejuízos a médio e longo prazo para as populações brasileiras de cidades de médio e grande porte. Faz-se igualmente importante acompanhar o crescimento demográfico dessas localidades não somente no Brasil, mas, igualmente, em outros países, nos quais se verifica a mesma situação derivada das enchentes, constituindo-se um grande desafio para a saúde pública e para o crescimento econômico.

Para minimizar e atender aos diversos desafios que assolam as comunidades carentes, seria necessário promover a desocupação das margens e despoluir o leito dos rios, empreender a edificação e ocupação de novas residências para a população carente em uma urbanização coerente com os direitos humanos, estabelecendo-se e antecipando o controle viável da ocupação das áreas urbanas por meio de instrumentos legais viáveis. Nesse sentido, se faz preciso estabelecer políticas públicas em favor dos habitantes das comunidades ribeirinhas, que, sem amparo no interior, migram para as cidades em busca de novas oportunidades. Portanto, o ciclo que provoca o empobrecimento das águas e até o desaparecimento de rios, comprometendo o ciclo das chuvas nessas regiões seria revertido, tornando possível a redução dos problemas da crise hídrica, causadora da degradação ambiental e da poluição hídrica. (TUCCI, 2005).

Entretanto, segundo Botelho (2011), em virtude da modificação das características do solo pelas construções humanas nos ambientes urbanos, a infiltração das águas pluviais não ocorre, pois não há permeabilidade devido ao concreto das edificações e à pavimentação de grandes áreas. Os resultados são o percorrer súbito e poderoso das águas das chuvas no formato de repentinos cursos d'água, que facilmente alcançam as avenidas e ruas das cidades com fortes correntes, que carregam todo o material que encontram em seu caminho, daí inferindo-se a falta e/ou a ineficiência do planejamento do manejo das águas pluviais.

Tucci (2005), igualmente, aponta a necessidade de se atender aos diversos desafios que assolam as comunidades de menor poder aquisitivo por meio de políticas públicas em favor dessa parcela populacional, que migra para as cidades, devendo-se estruturar uma urbanização coerente com os direitos humanos por meio da edificação e ocupação de outras moradias. É necessário, ainda, prever e antecipar a possibilidade de ocupação de novas moradias urbanas por outros fluxos humanos

vindouros. Nesse sentido, em conjunto com essas ações, viabiliza-se a desocupação das margens para despoluir, desassorear e desobstruir o leito dos rios. Deve-se, ainda, implantar condições de saneamento básico adequadas e coleta de lixo regular para complementar a resolução dos problemas que causam a degradação ambiental e a poluição hídrica, que reflete no empobrecimento das águas, na perda dos rios e até na alteração do ciclo das chuvas.

Quando em precipitação contínua e de grande volume, as águas das chuvas podem provocar alagamentos, que atingem as moradias próximas às margens dos rios, estendendo-se além do leito normal do rio, ultrapassando o denominado leito maior. Assim, podem atingir as vias urbanas pelo impedimento de sua infiltração e drenagem natural na cobertura vegetal para as camadas do subsolo em virtude de longas áreas da superfície cobertas pelas construções e pelo asfalto das ruas. Nesse sentido, acrescenta-se o assoreamento dos cursos d'água, a incapacidade de decomposição dos depósitos de lixo, a degradação ambiental, reverberando na qualidade do sistema hídrico como um todo. (MAGALHÃES, 1995; TUCCI, 2005).

Sabendo-se da importância da captação da água das chuvas para o aproveitamento e uso em diversas atividades, é importante haver a conscientização e o empreendimento da população e das autoridades para a realização dos projetos e implementação dos reservatórios, utilizando-se os avanços tecnológicos e científicos aliados ao planejamento e construção desse sistema pelos profissionais da área. O impacto é altamente positivo para os municípios nas regiões mais necessitadas, onde há a aridez, como no Nordeste, mas também presente na região do Sudeste brasileiro, que vem apresentando épocas de estiagem, procurando-se solucionar a drenagem urbana, além de se reduzir as enchentes e os prejuízos causados. (LOMEU, 2017).

Assim, Lomeu (2017) ressalta que os benefícios para as cidades e outras localidades são recompensadores, trazendo a segurança quanto à disponibilidade de água para vários usos e necessidades, principalmente em épocas de estiagem que atingem as áreas de seca, como as da região Nordeste, que inclui o estado de Alagoas, no qual, também, se faz necessária a implantação do sistema de captação pluvial.

Conforme dados da prefeitura da cidade de São Miguel dos Campos em Alagoas, realizou-se a desobstrução das galerias existentes na cidade e a instalação concomitante de novas tubulações para desviar o fluxo pluvial no bairro de Fátima, a

fim de que as águas da chuva não deságuem em Hélio Jatobá no período das chuvas, provocando enchentes e distúrbios na localidade. Veiculou-se, ainda, no *site* da SAAE, que, em 2014, as autoridades locais manifestaram a preocupação em preservar o Rio São Miguel, no sentido de promover o desassoreamento do seu leito, solicitando recursos aos órgãos federais em Brasília. (SAAE, 2014).

## 2.7 DOENÇAS PROVENIENTES DO SISTEMA DEFICIENTE DE ÁGUAS PLUVIAIS E AS SOLUÇÕES MAIS ASSERTIVAS

Segundo Tucci (2005), o sistema inadequado de captação das águas pluviais é fator de disseminação de doenças transmitidas pelas águas poluídas da rede de esgoto sanitária, representando grave perigo à saúde pública. Mesmo com o sistema de captação das águas das chuvas separado da rede de esgoto, ainda assim, há uma significativa chance de transmissão de doenças pelo contato com as águas poluídas, transmitindo-se a leptospirose, que contamina o ser humano pela presença da urina do rato, animal que vive nesse meio subterrâneo. Outras doenças provenientes do sistema impróprio de captação das águas das chuvas oportunizam a proliferação dos vetores, como o mosquito *aedes aegyptus*, causador da dengue que se reproduz nas águas paradas de inúmeros locais de quaisquer dimensões dos espaços urbanos, espalhando-se em todas as regiões brasileiras e, também, no Nordeste.

Dessa forma, para Tucci (2005), essas doenças são o resultado do transbordamento do volume pluvial, pela falta de desobstrução e limpeza periódicas das suas galerias, decorrente do descuido da população e da insuficiência das medidas sanitárias das autoridades. Para sanar tais situações, é preciso executar o planejamento conforme a superfície da bacia em um sistema baseado em processos de engenharia e, ao mesmo tempo, estabelecendo ações de desenvolvimento de forma sustentável, promovendo, assim, o escoamento pelo método de micro e macro drenagem, que deve ser delineado no Plano Diretor de Águas Pluvial.

### 2.7.1 MUNICÍPIO DE SÃO MIGUEL DOS CAMPOS

São Miguel dos Campos, município sobre o qual o presente estudo acadêmico discorre devido à sua situação de carência de água, situa-se na região nordeste do país, no estado de Alagoas, que, por sua vez, está inserido na região da Bacia Atlântico Nordeste Oriental, cuja extensão ocupa 3,4% do território nacional. (BRASIL, 2021b).

Localizado no Semiárido do nordeste, onde se verifica baixa concentração de precipitação pluvial na ordem de 0,43%, em condição inferior ao valor médio de vazão que, costumeiramente, ocorre no restante do país, o município passa por constantes estiagens pelo nível de chuvas calculadas em apenas 1.052 mm e, quando ocorrem, o nível de evaporação é elevado devido ao calor excessivo. A escassez de água da região torna-se ainda mais evidente e, para abrandar essa carência geral do estado e de suas cidades, se faz preciso instalar eficiente sistema de captação das águas pluviais para suprir a necessidade de abastecimento de água para os animais, para a agricultura e para outras necessidades de uso e consumo dos habitantes. (BRASIL, 2015).

São Miguel dos Campos tem à sua volta os municípios de Boca da Mata, Pilar, Coruripe, Roteiro, Barra de São Miguel, Marechal Deodoro, Campo Alegre e Teotônio Vilela, ocupando a área de 657,59 km<sup>2</sup>, à qual se tem acesso por estradas oriundas de Maceió, capital do estado. Segundo dados de 2000 coletados pelo IBGE, residem no seu espaço urbano e rural o total de 51.456 habitantes, dentre os quais 68,70% ocupam a cidade e 31,30% habitam a área rural do município. (BRASIL, 2005b).

Do total das residências, somente 51,10% possuem esgoto sanitário e 75,60% desfrutam de abastecimento de água proveniente da rede municipal. O restante da população faz uso de poços, fontes ou outras formas alternativas de abastecimento. A coleta de lixo contempla apenas 78,30% das residências, enquanto o restante da população convive com as consequências nocivas da inexistência desse serviço essencial. (BRASIL, 2005b).

A conjuntura do estado de Alagoas apresenta clara insuficiência de chuvas, fato que reverbera negativamente nas condições gerais da qualidade de vida dos seres humanos, animais e vegetais da região, já que o nível pluviométrico do restante do país é de 1.761 mm, ultrapassando em 709 mm os 1.052 mm desta região. A densidade demográfica atinge, aproximadamente, 84 habitantes por Km<sup>2</sup> mostrando-

se superior aos 22,4% de habitantes por Km<sup>2</sup> da média existente no restante do país. Dessa forma, a escassez de água da região torna-se mais evidente ainda e, para abrandar essa carência geral do estado e de São Miguel dos Campos, se faz preciso captar e tratar as águas pluviais para suprir a necessidade de abastecimento de água para os animais, para a agricultura e uso e consumo dos habitantes. (BRASIL, 2015).

No entanto, é importante ressaltar que o estado de Alagoas divide-se em três mesorregiões (Zona da Mata, Agreste e Sertão), nas quais o índice de chuvas é intensamente variável, havendo mais precipitações na região do litoral. No entanto, São Miguel dos Campos pertence à Zona da Mata e, como não dispõe de estações de medição pluviométrica, como outros 47 municípios, fica desprovida desse instrumento de análise como as demais 55 cidades do estado. Embora não haja medição, é preciso destacar que, por estar situada na Zona da Mata, a cidade é aquinhoadada com índices maiores de precipitações, ao contrário das outras mesorregiões. Portanto, conforme as medições efetuadas, São Miguel dos Campos encontra-se na média de precipitação de 1212,9 mm a 2381,8 mm. (NASCIMENTO; XAVIER, 2010).

## 2.8 CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA USO E CONSUMO COM APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL

A água é hoje um fator limitante para o desenvolvimento de diversas regiões no planeta. Nessas condições, a reutilização da água e os sistemas de coleta e utilização de água das pluviais surgem como um meio de conservação da água e como alternativas para enfrentar a carência deste recurso, tanto para fins potáveis quanto não potáveis, tornando-se uma alternativa para minimizar a sua escassez. Conforme U.S.EPA (2004 apud GOLDENFUM, 2015) o conceito de “substituição de fontes”, representa a possibilidade de reaproveitamento de águas servidas em substituição a recursos potáveis disponíveis. Este conceito, conforme Mancuso e Santos (2003 apud GOLDENFUM, 2015), aparece como uma alternativa para suprir as demandas menos nobres, liberando as águas de melhor qualidade para usos mais adequados, como o abastecimento doméstico.

Conforme U.S.EPA (2004), em 1958, o Conselho Econômico e Social das Nações Unidas estabeleceu uma política de gestão para áreas carentes de recursos hídricos, que suporta este conceito: "a não ser que exista grande disponibilidade,

nenhuma água de boa qualidade deve ser utilizada para usos que toleram águas de qualidade inferior".

### 2.8.1 Tipos de Reuso

Conforme CETESB (2005 apud GOLDENFUM, 2015), a reutilização da água pode ser direta ou indireta, resultante de ações planejadas ou não. O reuso indireto não planejado ocorre quando a água servida é descarregada no meio ambiente, ficando sujeita às ações naturais do ciclo hidrológico (diluição, autodepuração) e reutilizada a jusante, de maneira não intencional e não controlada. O reuso indireto planejado ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos d'água, para serem utilizados a jusante, de maneira controlada. O reuso direto planejado ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são conduzidos diretamente ao local de reuso (em geral, indústria ou irrigação). O reuso direto não planejado ocorreria quando a água servida fosse descarregada sem nenhum tipo de tratamento, sendo reaproveitada diretamente no seu ponto de descarga (situações irregulares, pois não há controle algum sobre os parâmetros de qualidade).

As águas servidas podem ser aproveitadas de diferentes formas, podendo ser classificados os seguintes tipos de reuso: urbano, industrial, agrícola, ambiental e recargade aquífero. Conforme Hespanhol (2002 apud GOLDENFUM, 2015).

## 3. OBJETIVOS

### Objetivo Geral

Instalar um sistema de reaproveitamento de águas pluviais com baixo custo, que visa a captação e distribuição de águas pluviais para fins não potáveis na Escola Municipal Rui Palmeira – São Miguel dos Campos – AL.

## Objetivos Específicos

- Avaliar a viabilidade de reuso da água para irrigações nos jardins, lavagens de pisos externos, lavagens de carros, máquinas e nas descargas de vasos sanitários;
- Reduzir o consumo de água potável para fins desnecessários;
- Minimizar o escoamento do alto volume de água nas redes pluviais durante as chuvas fortes;
- Servir de instrumento didático para as escolas.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Caracterização do Objeto de Estudo

O projeto de captação de águas pluviais foi desenvolvido na Escola Municipal Rui Palmeira, localizada no bairro Geraldo Sampaio, no município de São Miguel dos Campos, zona da mata do estado de Alagoas. De acordo com o último censo do IBGE em 2010, o município tinha um pouco mais de cinquenta e quatro mil habitantes e densidade demográfica de 157,21 hab/km<sup>2</sup>, tendo como principal fonte de renda o cultivo da cana de açúcar e seus derivados. Ainda segundo o último censo, mais de 60% dos domicílios apresentavam esgotamento sanitário adequado, número relativamente baixo para uma cidade no porte de São Miguel dos Campos. (IBGE, 2017).

**Figura 1** – Vista de Topo da Escola Municipal Rui Palmeira.



Fonte: Google Earth, 2019.

A escola atende o público infantil do 1º a 5º ano do ensino fundamental 1, onde em sua maioria são moradores da parte baixa da cidade. Seu prédio principal tem uma área de 440 m², divididos entre salas de aula, pátio, cozinha, banheiros e departamentos administrativos.

**Figura 2** – Escola Municipal Rui Palmeira.



Fonte: Google Maps, 2019.

## 4.2 Reconhecimento da área

A princípio foi realizado o reconhecimento técnico do local de aplicação do projeto, passando pelas medições da área da escola.

## 4.3 Construção do Pluviômetro Caseiro

Posteriormente foi desenvolvido um Pluviômetro caseiro, construído com garrafa pet, fita adesiva, régua de 30 cm e argamassa para fazer a base e o ponto zero do pluviômetro. Esse aparelho serviu para saber a índice pluviométrico na região durante os 15 dias de sua permanência no local, servindo de auxílio para os cálculos da quantidade de água a ser captada. (SEMPRE SUSTENTÁVEL, 2014).

**Figura 3** – Instalação do Pluviômetro Caseiro.



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

#### 4.4 Materiais utilizados

Para o desenvolvimento do sistema de captação de águas pluviais usou-se os seguintes materiais conforme demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1- Materiais utilizados no sistema de reuso

<b>Materiais</b>	<b>Quantidade</b>
Broca de 10 mm para furadeira	1
Cola para PVC Bisnaga 75g	3
Furadeira	1
Joelho de PVC 100 mm	1
Joelho de PVC 25 mm	1
Lâmina de Serra para PVC	1
Redução Excêntrica PVC 50x25mm	1
Redução Excêntrica PVC 25x20mm	1
Reservatório de 500 Litros	1
Tê de PVC 100 mm	4
Torneira de Jardim	2
Tubo de PVC 100 mm	4
Tubo de PVC 20 mm	1
Tubo de PVC 25 mm	1

**FONTE:** Dados da pesquisa.

Os materiais utilizados foram instrumentos feitos de PVC, tal como tubos com diâmetro entre 20 e 100 mm, conexões divididas entre T soldáveis, reduções, buchas e o reservatório para armazenamento da água, tendo em vista que são materiais leves, podem ser utilizados por um longo período e de baixa manutenção, todavia que são de fácil substituição ou reparos em casos de danos causados por fenômenos naturais.

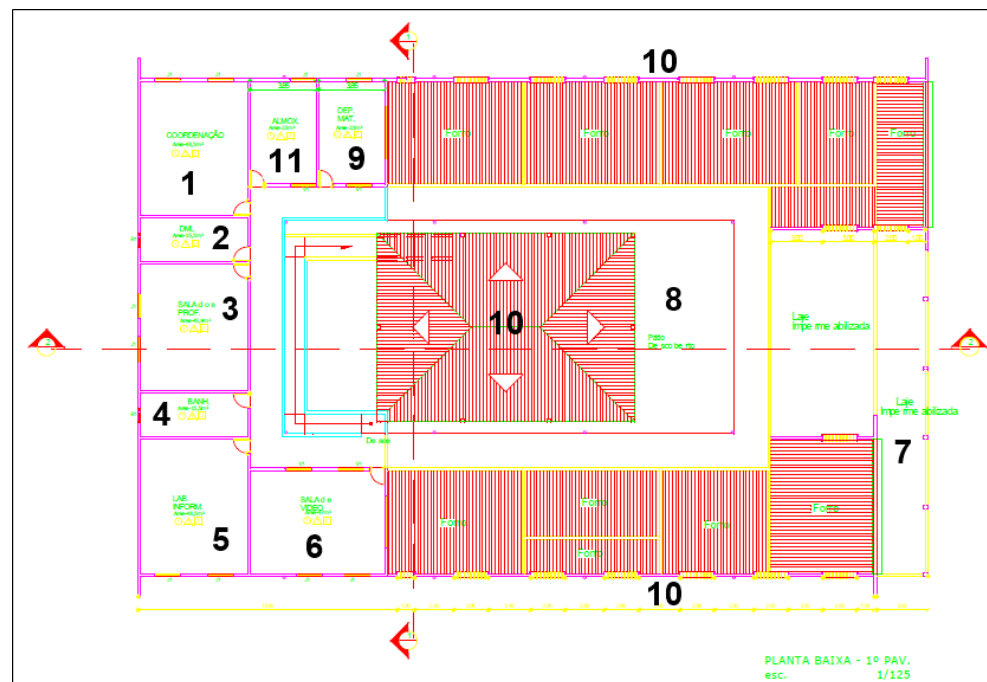
#### 4.5 Desenvolvimento do sistema de Captação de águas pluviais

Foram obtidos os projetos arquitetônicos da Escola Municipal Rui Palmeira, junto a prefeitura de São Miguel dos Campos, para ter uma análise mais crítica do

local de captação escolhido, além da criação de um esboço de projeção/simulação do sistema de captação, apresentado através das vistas lateral e frontal da Escola.

Através dos estudos da planta baixa foi possível analisar o melhor local para instalação do reservatório, de modo que as águas pluviais captadas possam ser distribuídas para todo o jardim e outras atividades, além da instalação ter sido em um local que não atrapalha a circulação de alunos e servidores na escola, evitando assim transtornos aos usuários e danificações a todo sistema.

**Figura 4** – Planta de cobertura da Escola Municipal Rui Palmeira. Escala 1/125.



Fonte: Prefeitura de São Miguel, 2019.

- 1 – Coordenação; 2 - Depósito de Material de Limpeza; 3 – Sala dos professores; 4 – Banheiro; 5 – Lab. Informática; 6 – Sala de Vídeo; 7 – Laje impermeabilizada; 8 – Pátio descoberto; 9 – Depósito de Materiais; 10 – Forno; 11 – Almoxarifado.

A construção do sistema foi realizada de acordo com as seguintes etapas:

- a) **Limpeza das calhas:** A cobertura da escola é feita de telhas galvanizadas onduladas, sendo assim facilita o acúmulo de impurezas na sua superfície. Posteriormente se acumula também nos condutores, já que no transporte das águas pluviais existem calhas de concreto, com condutores verticais de PVC, com 100 mm de diâmetro, que foram reajustados com a ajuda da Prefeitura. Sendo assim, se fez necessário a retirada de impurezas, tal como lodo, folhas, fezes de animais etc, com o objetivo de não sobrecarregar o filtro e aumentar o prazo de manutenção do sistema;
- b) **Identificação dos pontos para instalação das conexões de PVC 100 mm:** Após o sistema completamente livre de impurezas, foi feita a instalação do sistema identificando inicialmente os pontos para cada tipo de conexão, desde a última calha até a primeira;
- c) **Verificação do posicionamento dos tubos de PVC 100 mm:** Os tubos foram inicialmente ligados as conexões sem a aplicação da cola, para melhor manejo, posicionamento e inclinação dos mesmos;
- d) **Instalação dos tubos de PVC 100 mm:** Após o devido posicionamento, deu-se início a aplicação da cola específica para PVC. Feito isso, os tubos foram conectados em direção ao filtro alto-limpante, filtro esse que retém sólidos grosseiros;





## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No que se refere à captação de águas pluviais, tratamento e possibilidade de aproveitamento da população do município de São Miguel dos Campos/AL, não há relatos na literatura disponível. O *site* do Serviço Autônomo de Água e Esgoto da cidade apenas se refere à reforma do sistema de tubulação das águas pluviais do município no ano de 2014 em certo trecho da cidade, para dar fim aos transtornos ocasionados pelas enchentes na localidade Hélio Jatobá. (SAAE, 2014).

Primeiramente os dados dos pluviômetros foram captados nas primeiras semanas de junho de 2019. Após as instalações dos pluviômetros foi possível calcular o volume de água que iria cair na região, de acordo com as equações abaixo seguindo os critérios do site Sempre Sustentável (2014).

Dados do pluviômetro: 20mm

Área de captação: 220m<sup>2</sup>

Para saber a quantidade de água que cai do telhado é necessário multiplicar sua área pelos dados do pluviômetro:

Área X Dados:

$220\text{m}^2 \times 20\text{mm} = 4400 \text{ Litros.}$

Tempo de coleta através do pluviômetro: 15 dias.

Com isso, foi necessário dividir o valor em litros pelo tempo de coleta, para obter o número exato de litros por dia:

Valor em litros / tempo:

$4400 \text{ Litros} / 15 \text{ Dias} = 293 \text{ litros de água por dia.}$

Demanda diária da escola: 250 Litros.

Deste modo necessitou-se subtrair o volume pela demanda diária para que seja evitado ao máximo o desperdício de água:

Volume – Demanda diária:

293 Litros – 250 Litros = 43 Litros

Dessa forma, chegou-se à conclusão que uma caixa d'água de 500 litros supria necessidade da escola, tendo em vista que a demanda diária aproxima-se do valor captado.

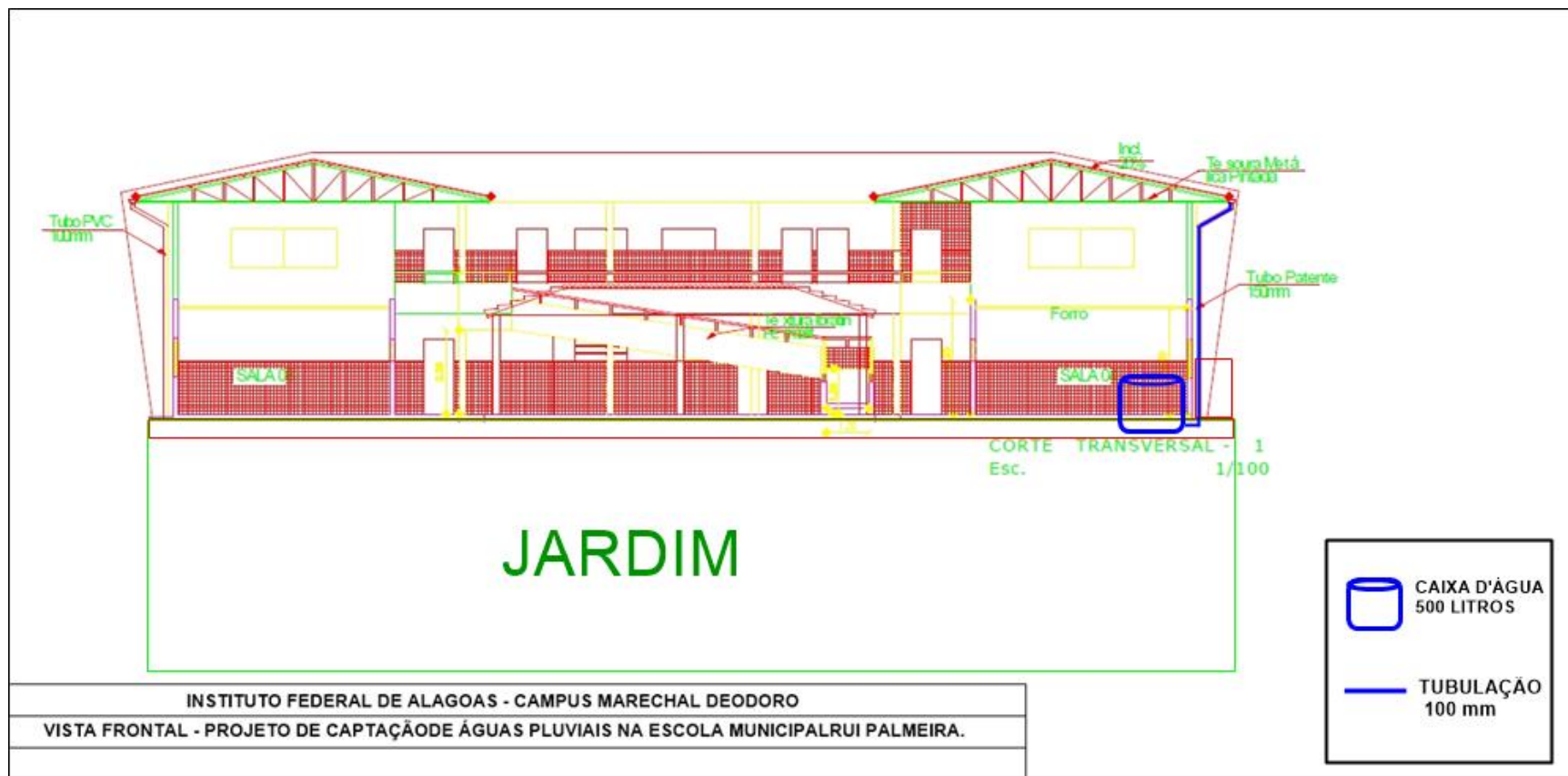
Sendo obtido o valor de 20mm de águas pluviais na área da escola em que os pluviômetros foram instalados. Esse dado é o ponto chave do trabalho, pois através dele é possível ter uma estimativa do volume em litros a ser captado e a dimensão de reservatório que será necessário.

A partir dos dados obtidos através do pluviômetro, que serviu de base para a montagem do sistema, foi feito através do projeto arquitetônico da escola algumas projeções do sistema como as vistas superior, frontal e lateral.

As vistas foram feitas através de programas de edição, para demonstração do sistema, fazendo com que ele pudesse ser visto de todas as maneiras, ajudando assim a solucionar dúvidas sobre a posição e ângulo dos materiais no momento de instalação do mesmo.

Na vista frontal foi possível observar todo o trajeto feito pela água pluvial, desde sua captação, condução pela tubulação e a chegada ao reservatório, que tem capacidade de armazenamento de 500 litros de água, como podemos observar na figura 5:

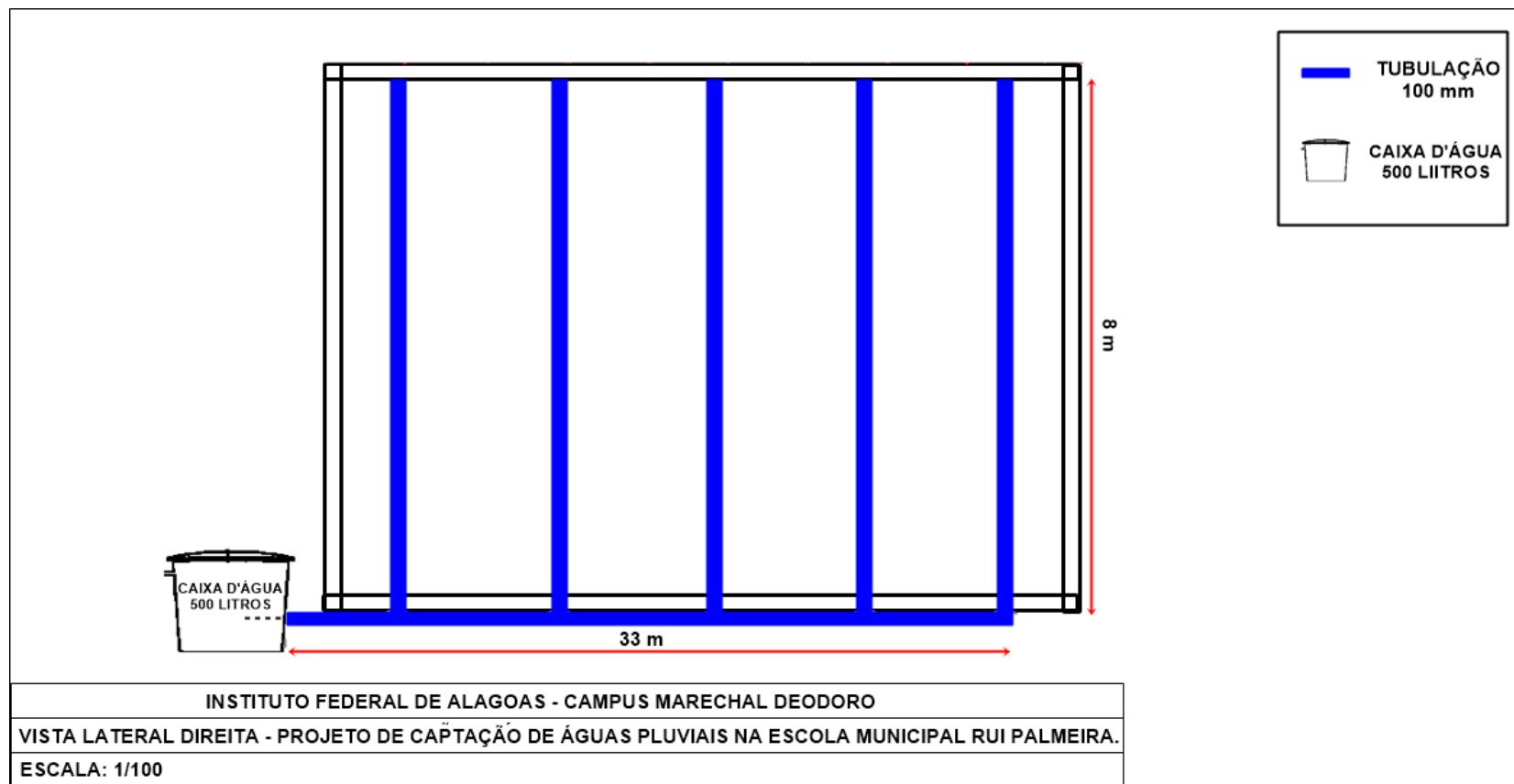
**Figura 6** – Vista Frontal do Sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis na Escola Municipal Rui Palmeira. Escala 1/100



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Em seguida, através da vista lateral do sistema, pode-se notar a altura e largura que estão instaladas as tubulações de 100 mm de diâmetro para captação das águas pluviais levadas até o local de armazenamento e distribuição:

**Figura 7** – Vista Lateral direita do Sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis na Escola Municipal Rui Palmeira. Esc. 1/125



Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Após o processo de instalação, como não ocorreu chuva espontaneamente, foi feita uma simulação da chuva, com águas usadas na lavagem de roupas cedidas pela comunidade local, assim foi verificado a existência ou não vazamentos e o funcionamento de captação, filtragem e distribuição, sem desperdiçar água potável. O sistema teve uma semana de manutenção e simulações para teste do mesmo.

Posteriormente foi feita uma apresentação final para os alunos e servidores da Escola Municipal Rui Palmeira, com o intuito de mostrar o funcionamento do sistema, além de apresentar as vantagens de reutilizar as águas pluviais para fins não potáveis, e por último falar sobre a preservação da água potável, tendo em vista que a mesma é nosso bem maior, muito importante para todas as funcionalidades dos ciclos biológicos e mostrar a utilidade da água da chuva.

Com a implantação do sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis pretendeu-se diminuir significativamente o uso da água potável. Com chuvas em dias alternados do mês, conseguiu-se manter o reservatório estável, sendo que a escola demanda cerca de 7,5 metros cúbicos de água no mês, de acordo com seguinte cálculo:

Demanda diária: 250 Litros

Dias no Mês: 30

Demanda X Dias:

250 Litros X 30 Dias = 7500 Litros ou 7,5 m<sup>3</sup>

Esse valor foi destinado para uso de irrigação e lavagem de pátios, sendo assim o reservatório mantém sua saída e entrada de águas equilibrada. Dessa forma fazendo com que grande parte da água potável seja usada somente para consumo humano, trazendo benefícios para a escola e preservando o meio ambiente.

Através das simulações feitas pode-se afirmar que o sistema irá ter desempenho satisfatório.

A partir da construção do sistema de captação de águas pluviais, obteve-se os seguintes resultados:

1 – Uso das águas pluviais para irrigação no jardim:

A água captada foi usada para a irrigação do jardim da escola, através de mangueira de gotejamento de 100 mm.

2 – Lavagem de pisos externos:

No reservatório existe uma adaptação para uso de mangueiras de lavagens com 20 mm.

3 – Reduzir o consumo de água potável para fins desnecessários:

Tomando como base os resultados obtidos, observa-se que a escola contribui para efetivação dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são:

Objetivo 6 - Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”;

“6.3 - Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente”;

“6.4 - Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água”;

“6.5 - Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado”;

“6.b - Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.”;

Diante disso, o projeto contribui para a lei do Saneamento Básico 11.445/07

“Art. 2º - XIII - redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reuso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva;

"Art. 3º Fica criada a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira,

vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), com a finalidade de implementar, no âmbito de suas competências, a Política Nacional de Recursos Hídricos e de instituir normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.

4– Minimizar o escoamento do alto volume de água nas redes pluviais durante as chuvas fortes:

Com a aplicação do sistema de captação de águas pluviais, a escola contribui se adequando a lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, lei essa que estabelece as diretrizes do saneamento básico, onde inclui a captação e drenagem de águas pluviais. Além disso, o trabalho cumpre a legislação aplicada na lei federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 da política nacional dos recursos hídricos, onde no seu art. 2 inciso IV frisa o incentivo da captação, preservação e aproveitamento de águas pluviais.

5 – Servir de instrumento didático para as escolas:

É de grande relevância que o trabalho vá além da pesquisa, entre na consciência das crianças e que através delas, entre nas demais casas, para isso, esse trabalho teve com finalidade contribuir para que a escola cumpra os seguintes objetivos e metas da (ODS):

“4. Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos.”

“4.7 Até 2030, garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.” (MENEZES, 2019, p. 82).

## 6. CONCLUSÃO

Através deste trabalho mostrou-se a importância da preservação dos recursos naturais, com ênfase na água da chuva, apresentando suas principais características e meios de preservação através da implantação de um sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis, sistema esse que evidencia ser capaz de apresentar diversos benefícios ambientais, tendo em vista que toda a água captada faz com que diminua a falta de água nos tempos de estiagem, além de contribuir de certa forma para a redução dos riscos de enchentes, assim como a preservação dos recursos hídricos.

É de grande relevância lembrar que a existência de mais projetos como este são capazes de contribuir com a sustentabilidade, tendo potencial de auxiliar nas limitações de erosão do solo devido ao escoamento superficial das águas pluviais, menos poluições das águas que transcorrem sobre a superfície e depois vão para as galerias e rios, diminui a necessidade de retirar uma quantidade maior de água de outras fontes e provoca um efeito moral na população que passa a se adequar cada vez mais aos sistemas de captação de água das pluviais.

Desse modo, conclui-se que através dos fatos citados e da relevância da preservação dos recursos naturais, esse trabalho serviu para mostrar que é possível construir um sistema com custos relativamente baixo e incentivar novos projetos de captação no meio urbano, e demonstrou as diversas etapas exercidas para diminuir significativamente o uso da água potável na Escola Municipal Rui Palmeira, em São Miguel dos Campos – AL, fazendo com que a mesma seja usada somente para consumo humano, trazendo além de benefícios financeiros, a preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ANA (Agência Nacional de Águas); MMA (Ministério do Meio Ambiente); PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). GEO Brasil: recursos hídricos. Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. **Resumo executivo**.

Brasília/DF: MMA; ANA, 2007. 60 p. Disponível em:

<http://arquivos.ana.gov.br/wfa/sa/GEO%20Brasil%20Recursos%20H%C3%ADricos%20-%20Resumo%20Executivo.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021.

ASCOM/CONSEA. 10/08/2017. **Brasil precisa reconhecer na Constituição que água é direito essencial à vida**, [S. l.], 9 ago. 2017. Disponível em:

<http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/noticias/2017/agosto/brasil-ainda-precisa-reconhecer-na-constituicao-que-agua-e-direito-essencial-a-vida#:~:text=6%C2%BA%20da%20Constitui%C3%A7%C3%A3o%20Federal%2C%20para,documentos%20internacionais%20que%20tratam%20da>. Acesso em: 23 abr. 2021.

AUGUSTO, Lia G. S. *et al.* O contexto global e nacional frente aos desafios. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, jun. 2012. Disponível em:

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232012000600015](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000600015). Acesso em: 01 mar. 2021.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. *In*: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

BRAGA, B. P. F. Controle de cheias urbanas em ambiente tropical. *In*: **Drenagem urbana: gerenciamento, simulação e controle**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 1997. p. 51-65.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: regiões hidrográficas brasileiras. Edição Especial. Brasília: ANA, 2015. 163 p. Disponível em:

<http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/regioeshidrograficas2014.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico** (ANA). 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 21 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Panorama das Águas. Regiões Hidrográficas. **Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental**. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-spr/mapas-regioes-hidrograficas/atlantico-nordeste-oriental-para-site-ana-a0.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. No rumo da Mudança. **Água**. Brasília. 2009. Disponível em: [https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao\\_2.pdf](https://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf). Acesso em: 28 fev. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Consumo sustentável**: manual de educação. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/IDEC, 2005a. 160 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JUNIOR, L. C. (org.). **Diagnóstico do Município de São Miguel dos Campos**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005b. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15343/1/rel\\_cadastros\\_sao\\_miguel\\_campos.pdf](http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15343/1/rel_cadastros_sao_miguel_campos.pdf). Acesso em: 27 mar. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília/DF.

BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 13.501, de 30 de outubro de 2017. Institui o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 out. 2017. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2017/Lei/L13501.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13501.htm#art1). Acesso em: 27 fev. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília. 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em: 22 fev. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm). Acesso em: 22 fev. 2021.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#view](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#view). Acesso em: 22 fev. 2021.

CÂMARA NETO, Henrique F. **A “Tragédia da Hemodiálise” 12 anos depois: poderia ela ser evitada?** 2011. 171 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife (PE). 2011.

CHAGAS, Inara; MORAES, Isabela. Ministérios do governo Bolsonaro: saiba o que mudou! **Politize!** 18 fev. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas>. Acesso em: 27 mar. 2021.

COLOMBO, J. C. **Diagnóstico e diretrizes para plano diretor de drenagem urbana**: Ribeirão Quilombo Americana - SP. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Campinas, 2002.

EOS. Organização e Sistemas. **Como funciona a gestão dos recursos hídricos no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/como-funciona-gestao-de-recursos-hidricos-no-brasil/#:~:text=A%20Lei%20n%C2%BA%209.433%20de,como%20%E2%80%9CLei%20das%20%C3%A1guas%E2%80%9D.&text=Essa%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20determina%20tamb%C3%A9m%20que,nas%20decis%C3%B5es%20sobre%20os%20recursos>. Acesso em: 21 mar. 2021.

FOSTER, Stephen S. D.; CHILTON, P. J. Groundwater: the process and global significance of aquifer degradation. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 358, n. 1440, p. 1957-1972, Dec. 29, 2003.

GLEICK. Peter H. Water Use. **Annual Review Resource**. Oakland, California: Pacific Institute. 2003. p. 28-276.

GOLDENFUM, Joel. REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS. **Researchgate**, [S. l.], p. 1-2, 29 jun. 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Joel-Goldenfum/publication/267196924\\_REAPROVEITAMENTO\\_DE\\_AGUAS\\_PLUVIAIS/links/559131fb08ae47a3490f0cae/REAPROVEITAMENTO-DE-AGUAS-PLUVIAIS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Joel-Goldenfum/publication/267196924_REAPROVEITAMENTO_DE_AGUAS_PLUVIAIS/links/559131fb08ae47a3490f0cae/REAPROVEITAMENTO-DE-AGUAS-PLUVIAIS.pdf). Acesso em: 8 maio 2021.

ILLUECA, Jorge; RAST, Walter. **Precious, finite and irreplaceable**. 1999. Disponível em: <http://ourplanet.com/imgversn/83/rast.html>. Acesso em: 30 mar. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. São Miguel dos Campos: IBGE Cidades.[S.l.],2017.Disponível em:<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/sao-miguel-dos-campos/panorama>. Acesso em: 5 ago. 2020.

LOMEU, Alice Azevedo. **Aproveitamento de águas pluviais**: Avaliação preliminar do custo-benefício da implementação de um sistema na Universidade Federal de Juiz de Fora - MG. 2017. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora. 2017. Disponível em: <https://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/Aproveitamento-de-%C3%A1guas-pluviais.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2021.

MAGALHÃES, T. Perigo de morte (ou risco de vida). **Bio**, v. 7, n. 7, p. 4-9.1995.

MENEZES, Henrique Zeferino de. OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E AS RELAÇÕES INTERNACIONAIS. João Pessoa - PB: Editora UFPB, 2019. 310 p.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. Escassez de recursos hídricos: uma resposta ao descontrole social. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n3/10502.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2021.

MOTTA, R. S. **Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 1998. (Texto para Discussão, n. 556).

NASCIMENTO, José Antonio Sena. Manejo das águas pluviais. **Atlas de Saneamento do IBGE**. 2011. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096\\_cap10.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap10.pdf). Acesso em: 27 mar 2021.

NASCIMENTO, Paula Thayse Santos; XAVIER, Rafael Albuquerque. Análise pluviométrica do estado de Alagoas. *In*: SIMAGA - SIMPÓSIO ALAGOANO DE GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2010, Arapiraca-AL. **Anais [...]**. Arapiraca-AL: UNEAL/CAMPUS I, 31 maio a 04 de junho de 2010, p. 11-19.

NUNES, Luís *et al.* **Disponibilidade de água doce no planeta**: existe água doce suficiente para satisfazer as necessidades do planeta? 2009. 30 f. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto/Portugal, 2009.

PEREIRA, Regis. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, v. 1, n. 1, p. 20-36, jul./set. 2004.

SAAE- Serviço Autônomo de água e esgoto. Notícias. Manutenção. **Limpeza de galerias e nova tubulação estão sendo feitas**. 07 jan. 2014. Disponível em: <http://www.saaesaomiguel.com.br/noticias/post?agem=prefeitura-trabalha-para-evitar-enchentes-na-parte-alta-de-sao-miguel-dos-campos-07-01-2014>. Acesso em: 30 mar. 2021.

SILVA, Elmo Rodrigues. **O curso da água na história**: simbologia, moralidade e a gestão de recursos hídricos. 1998. 201 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1998.

SILVA, Marina. Apresentação. 2007. *In*: ANA (Agência Nacional de Águas); MMA (Ministério do Meio Ambiente); PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). GEO Brasil: recursos hídricos. Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil. **Resumo executivo**. Brasília/DF: MMA; ANA, 2007. 60 p. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/wfa/sa/GEO%20Brasil%20Recursos%20H%C3%ADricos%20-%20Resumo%20Executivo.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021.

SPERLING, E. V. Considerações sobre a saúde de ambientes aquáticos. **Bio**, v. 2, n. 3, p. 53-56, 1993.

SUSTENTÁVEL, Sempre. Aproveitamento da água da chuva. [S. l.], 2014. Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>. Acesso em: 15 abr. 2020.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO, F. O. **A gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 191 p.

TUCCI, Carlos, E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades. Global Water Partnership. World Bank. Unesco, 2005.

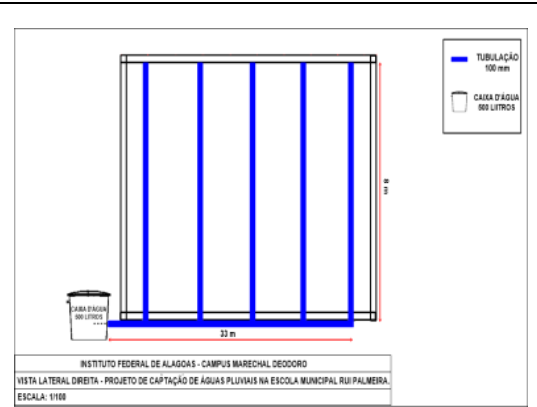
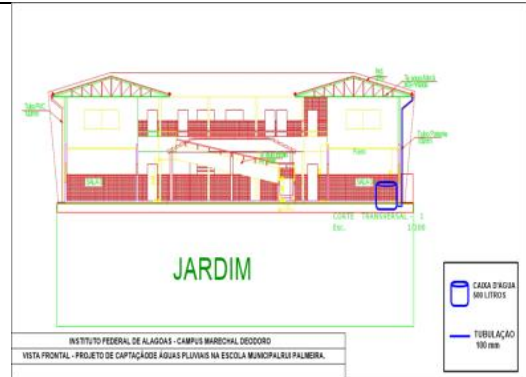
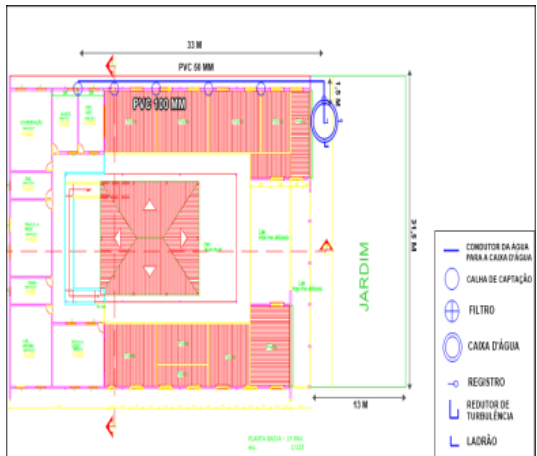
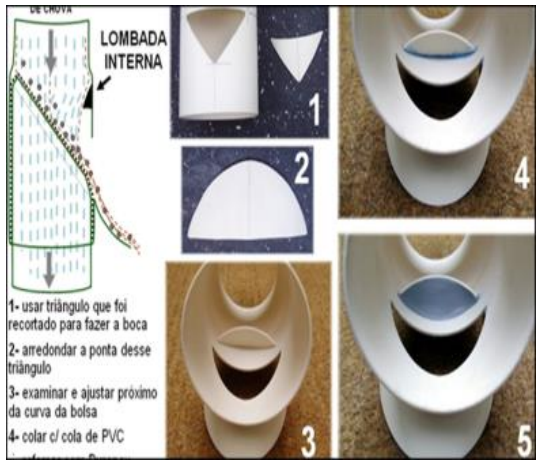
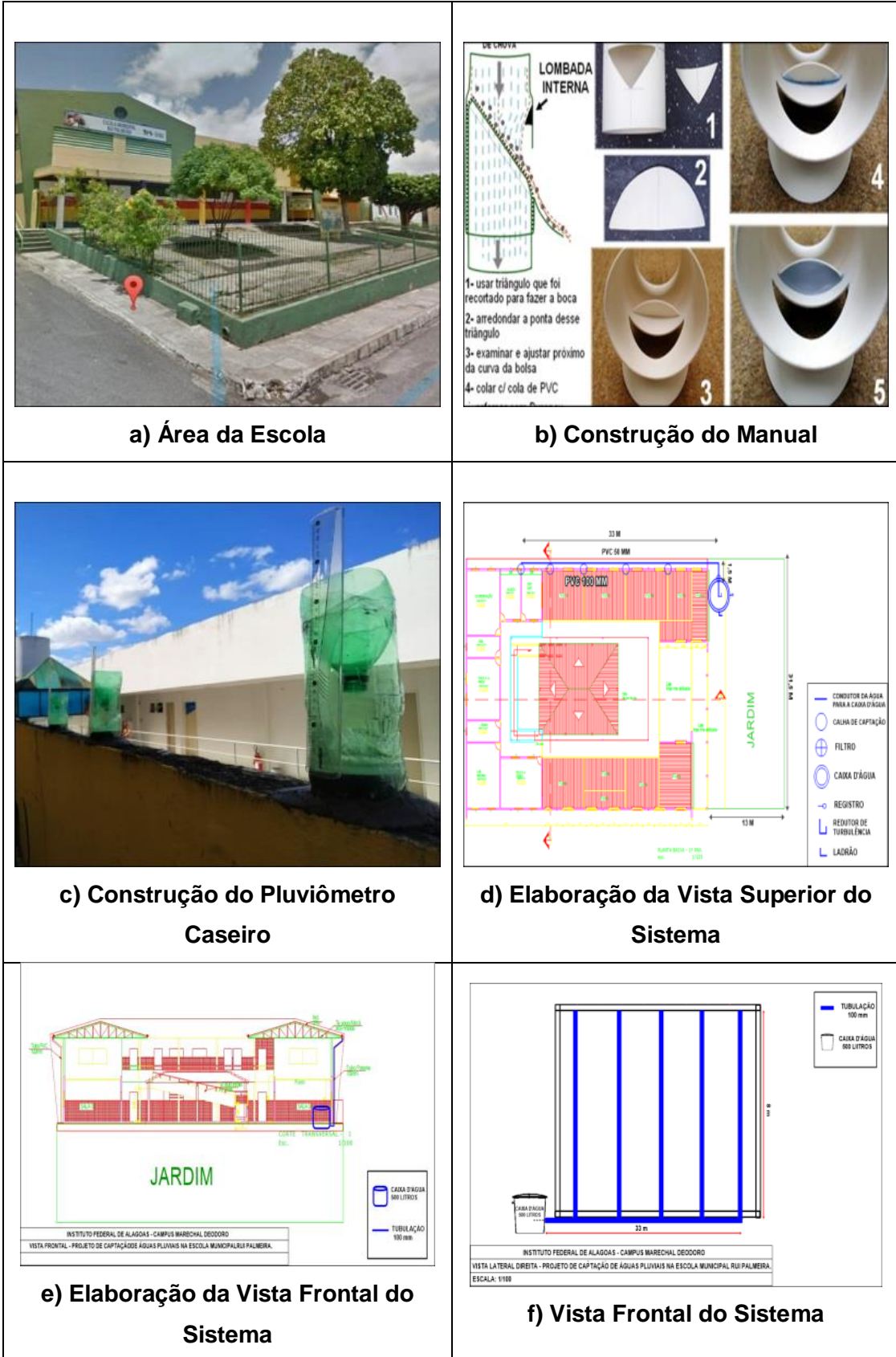
UNESCO. Water for people, water for life. Part II: a look at the world's freshwater resources. **United Nations World Water Development Report (WWDR)**, 2003. Disponível em: [www.unesco.org](http://www.unesco.org).

VÖRÖMARTY, C. J. *et al.* The Storage and Aging of Continental Runoff in Large Reservoir Systems of the World. **Ambio**, v. 26, n. 4, p. 210-219, jun. 1997.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Right to water**. Genebra: WHO Library, 2003.

---

APÊNDICES





**g) Plantio de Mudas**



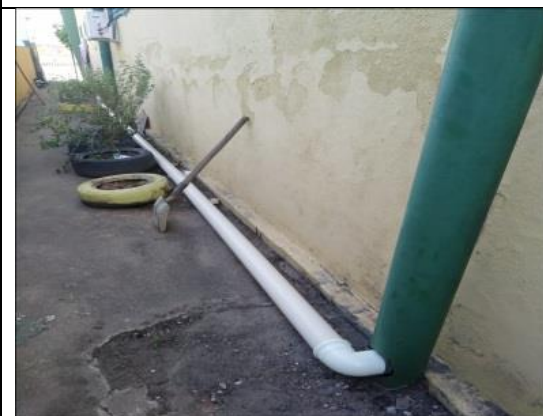
**h) Restauração do Jardim**



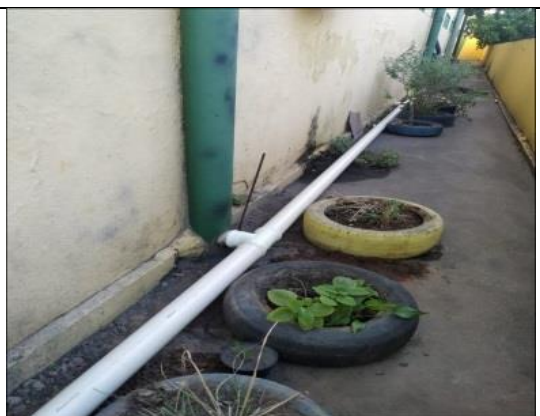
**i) Instalação das Conexões**



**j) Calhas para a Captação**



**k) Construção do Sistema**



**l) Tubulações do Sistema**



**m) Ligações do Sistema Instaladas**



**n) Reservatório e Jardim da Escola**



**o) Reservatório para captação de águas pluviais**