



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS**

PALOMA MOREIRA DOS ANJOS

**POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA EM ESCOLA
TÉCNICA DE SÃO JOSÉ DO EGITO - PE.**

**SUMÉ - PB
2019**

PALOMA MOREIRA DOS ANJOS

**POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA EM ESCOLA
TÉCNICA DE SÃO JOSÉ DO EGITO - PE.**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Biosistemas.

Orientadora: Professora Dr^a Aldinete Bezerra Barreto.

**SUMÉ - PB
2019**

A599p Anjos, Paloma Moreira dos.
Potencial de captação de água da chuva em escola técnica de São José do Egito - PE. / Paloma Moreira dos Anjos. - Sumé - PB: [s.n], 2019.

46 f.

Orientadora: Professora Dr^a Aldinete Bezerra Barreto.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Biosistemas.

1. Captação de água da chuva. 2. Manejo de recursos hídricos. 3. Semiárido Brasileiro - precipitação. 4. Sistema de Captação de água de chuva. I. Barreto, Aldinete Bezerra. II. Título.

CDU: 628.1(043.1)

Elaboração da Ficha Catalográfica:

Johnny Rodrigues Barbosa
Bibliotecário-Documentalista
CRB-15/626

PALOMA MEDEIROS DOS ANJOS


**POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA EM ESCOLA
TÉCNICA DE SÃO JOSÉ DO EGITO - PE.**


**Monografia apresentada ao Curso
de Engenharia de Biosistemas do
Centro de Desenvolvimento
Sustentável do Semiárido da
Universidade Federal de Campina
Grande, como requisito parcial
para obtenção do título de
Bacharela em Engenharia de
Biosistemas.**

BANCA EXAMINADORA


Aldinete Bezerra Barreto
(Orientadora)


Tatiana Araújo Simões
(Examinadora Interna)


Alexandra Chaves Braga
(Examinadora Externa)


Jailton Garcia Ramos
(Examinador Externo)

Trabalho aprovado em: 12 de dezembro de 2019.

SUMÉ - PB

*Dedico esta, bem como todas as
minhas demais conquistas, aos meus
pais José Eriberto e Maria Ivoneide, e
minhas irmãs Ana Cláudia e Patrícia
Moreira. Essa conquista é nossa. A
vocês, todo meu amor.*

AGRADECIMENTOS

Gratidão primeiramente a Deus por todas as bênçãos e por tornar esse sonho possível, estando sempre ao meu lado me amparando.

Aos meus pais, José Eriberto dos Anjos e Maria Ivoneide Moreira por todo incentivo e confiança, por sempre segurar a minha mão e me dar suporte nos caminhos da vida, vocês são minha maior riqueza.

A minha irmã Patrícia Moreira por todo amor, cuidado e dedicação. Você me ajuda a ser melhor todos os dias, sou grata em saber que o sangue que corre em minhas veias corre nas suas e mais que isso, agradeço por nosso companheirismo.

A minha irMãe Ana Cláudia por todo cuidado maternal, você é um espelho pra mim, sorte a minha ter você, espero um dia ser metade do que você é como profissional e como mulher, essa união é raridade e sou grata por tanto.

A minha sobrinha Yasmim, por me dar a chance de sentir esse amor puro e maternal, você é luz na minha vida.

Aos meus avós lindos, em especial a minha estrelinha Dinha (in memorian). Aos meus tios Nice Moreira e Roneildo Moreira.

Agradeço imensamente a minha orientadora Aldinete Barreto, por toda paciência e virtude, a qual foi de grande importância desde o primeiro ao último período do curso.

A todos os funcionários da ETE Célia Siqueira por todo apoio e confiança no desenvolvimento desse trabalho, em especial a Niedson Amaral e Sueli Rocha.

Aos professores avaliadores desse trabalho, Tatiana Simões, Alexandra Chaves e Jailton Garcia.

A minha amiga e irmã de coração, Kamila Sotero, por todos os momentos vividos ao longo do curso, grata sou por sua amizade e companheirismo, você faz parte da minha família.

A Álberi Medeiros, amigo do curso, da vida e que mesmo na distância sempre se fez presente.

A Renata Rayara, amiga de infância a qual tenho como irmã, que fez parte de várias etapas importantes da minha vida, me deu uma sobrinha linda e torce sempre pelo meu sucesso, sou grata sempre por nossa amizade.

A Natália Rodrigues que mesmo longe (em distância) sempre se manteve perto no carinho e atenção, torcendo pelo meu sucesso. Você é presente divino na minha vida.

A amiga Taliana Samara por todo acolhimento, carinho e companheirismo. Assim como Willyane Vidal que me acolheu com tanto amor. A Tácia por todo carinho, conversas e momentos de diversão. E ao apartamento 202 por todos os momentos de descontração e episódios de “Friendzinho”.

Aos amigos, Jonnas, Marco Antônio, Hellen, Laura, Andreza, José Carlos, Larissa, Higor, Matheus Cavalcante, Laís Vaz, Danny e Vinícius por caminharem juntos comigo na busca por essa conquista.

O nosso sucesso não se constrói sozinho, e vocês fazem parte disso. A todos minha eterna gratidão, amor e companheirismo.

*“Um passarinho quando aprende a voar
sabe mais sobre coragem que de voo.”*

-Lucão

RESUMO

O objetivo desse trabalho é investigar o potencial de um Sistema de Captação de Água da Chuva para promover o desenvolvimento contínuo do canteiro ecológico da Escola Técnica Estadual Professora Célia Siqueira, localizada na cidade pernambucana de São José do Egito. O estudo foi realizado com dados de chuva do período de 1915 a 2018, da cidade de São José do Egito-PE, fornecidos pela SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste). Para tanto foram aplicados métodos estatísticos como média, desvio padrão, percentis e mediana. A análise permitiu destacar a média anual de 511,5mm de chuva para a cidade, a classificação anual corresponde a 36% dos anos Muito Seco (MS) e Seco (S), Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC) 35% dos casos e 29% classificados anos Normais (N). Na análise estatística da distribuição mensal, os meses de fevereiro a maio é o quadrimestre mais chuvoso, enquanto os meses de agosto a novembro é o quadrimestre mais seco. Também foi avaliado o dimensionamento do reservatório através do método de Rippl e Azevedo Neto, propostos pela NBR 15527/2007, que trata sobre aproveitamento de água da chuva. O método Rippl indicou um reservatório de 3,1m³ para atender a demanda da horta orgânica dos quatro canteiros e 38,2m³ para a demanda futura dos dezoito canteiros. O método de Azevedo Neto considerou um reservatório de 21,73m³. Esse aproveitamento da água de chuva para irrigação das hortas implicará na completa redução da demanda de água potável do sistema de abastecimento público. Já a economia de água potável gerada pela captação para todo o consumo de água da escola (nas bacias sanitárias, pias de banheiro, limpeza de piso e irrigação) alcança valores muito superiores a 50%, o que indica a viabilidade da aplicação do sistema.

Palavras-Chave: Precipitação. Semiárido. Manejo de Recursos Hídricos.

ABSTRACT

The objective of this work is to investigate the potential of a Rainwater Capture System to promote the continued development of the ecological site of the State Technical School Professora Célia Siqueira, located in the Pernambuco city of São José do Egito. The study was conducted with rainfall data from 1915 to 2018, from the city of São José do Egito-PE, provided by SUDENE (Superintendence of Northeast Development). Statistical methods such as mean, standard deviation, percentiles and median were applied. The analysis highlighted the annual average of 511.5mm of rain for the city, the annual classification corresponds to 36% of the Very Dry (VD) and Dry (D), Rainy (R) and Very Rainy (VR) years and 29% classified Normal years (N). In the statistical analysis of the monthly distribution, the months from February to May is the wettest four months, while the months from August to November is the driest quarter-quarter. The reservoir was also evaluated using the Rippl and Azevedo Neto method, proposed by NBR 15527/2007, which deals with rainwater utilization. The Rippl method indicated a reservoir of 3,1m³ to meet the demand of the organic vegetable garden of the four beds and 38,2m³ for the future demand of the eighteen construction sites. Azevedo Neto method considered a reservoir of 21.73m³. This use of rainwater for irrigation of vegetable gardens will imply the complete reduction of the demand for drinking water of the public supply system. On the other hand, the savings of drinking water generated by the collection for the consumption of school water (in the sanitary basins, bathroom sinks, floor cleaning and irrigation) reaches values much higher than 50%, which indicates the feasibility of the application of the system.

Keywords: Precipitation. Semiarid. Water Resources Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Monitor de Secas no Nordeste do Brasil segundo Conjuntura de Recursos Hídricos da ANA (2018).....	17
Figura 2 - Sistema de coleta de água da chuva.....	18
Figura 3 - Imagem aérea da ETE Professora Célia Siqueira.....	21
Planta Baixa 1 - Área de captação.....	23
Gráfico 1 - Distribuição do total anual de precipitação e a média climatológica do período de 1915-2018 da estação Meteorológica da SUDENE em São José do Egito-PE.....	26
Gráfico 2 - Classificação dos 97 anos de análise quanto à precipitação anual para São José do Egito- PE.....	27
Gráfico 3 - Distribuição da precipitação mensal em 2008 e média mensal do período de 1915-2018.....	28
Gráfico 4 - Distribuição Mensal da Precipitação Média, Mediana e Desvio Padrão do período de 1915-2018 para a estação Meteorológica da SUDENE em São José do Egito-PE.....	29
Gráfico 5 - Potencial médio de economia de água potável no consumo de água nas bacias sanitárias, pias de banheiro e limpeza de piso.....	33
Gráfico 6 - Acumulada do volume de água captada (V_a) e a acumulada da demanda (D_a) do consumo de água nas bacias sanitárias, pias de banheiro e limpeza de piso ao longo de um ano.....	34
Gráfico 7 - Potencial médio de economia de água potável no consumo de água em quatro (04) canteiros na produção de hortaliças.....	35
Gráfico 8 - Acumulada do volume de água captada (V_a) e a acumulada da demanda (D_a) do consumo de água em quatro (04) canteiros na produção de hortaliças ao longo de um ano.....	36
Gráfico 9 - Potencial médio de economia de água potável no consumo de água em dezoito (18) canteiros na produção de hortaliças.....	37
Gráfico 10 - Acumulada do volume de água captada (V_a) e a acumulada da demanda (D_a) do consumo de água em dezoito (18) canteiros na produção de hortaliças ao longo de um ano.....	38
Quadro 1 - Intervalos de classe para categorização da precipitação	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação da precipitação mensal no período de 1915-2018.....	28
Tabela 2 - Volume Máximo Mensal de Água Aproveitável.....	31
Tabela 3 - Resultados da aplicação do método de Rippl para o consumo médio mensal de água não potável nas bacias sanitárias, pias de banheiro e limpeza de piso.....	32
Tabela 4 - Resultados da aplicação do método de Rippl para o consumo médio mensal de água não potável em quatro (04) canteiros na produção de hortaliças.....	34
Tabela 5 - Resultados da aplicação do método de Rippl para o consumo médio mensal de água não potável em quatro (04) canteiros na produção de hortaliças.....	36
Tabela 6 - Resultado da aplicação do método de Azevedo Neto para $T=4$	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

NBR – Norma Brasileira

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

COMPESA - Companhia Pernambucana de Saneamento

ETE- Escola Técnica Estadual

ANA - Agência Nacional das Águas

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil)

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

APAC - Agência Pernambucana de Águas e Climas

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

VCAN - Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis

MC- Muito Chuvoso

MS- Muito Seco

S- Seco

N- Normal

C- Chuvoso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 INVESTIGAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO	15
2.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA.....	15
2.3 CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA.....	17
2.4 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO.....	19
2.5 ECONOMIA GERADA COM A APLICAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 MÉTODO DE RIPPL.....	24
3.2 MÉTODO DE AZEVEDO NETO.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DA DISTRIBUIÇÃO DA CHUVA DE SÃO JOSÉ DO EGITO-PE.....	26
4.2 VOLUME DE ÁGUA DE CHUVA APROVEITÁVEL.....	30
4.3 MÉTODO DE RIPPL.....	31
4.4 MÉTODO DE AZEVEDO NETO.....	38
5 CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quinto maior país do planeta, possuindo assim uma vasta extensão territorial e uma distribuição atípica das chuvas ao longo do seu território. O Nordeste brasileiro é detentor de aproximadamente 1,5 milhões de quilômetros quadrados e o seu clima caracterizado por períodos de secas severas que afetam a população. Segundo Silva et al. (2013), no Nordeste do Brasil as temperaturas variam acima das normais climatológicas e seu período chuvoso mostra-se com grandes deficiências hídricas, caracterizando esse fenômeno natural severo, conhecido como seca.

A seca implica em escassez de água o que causa grandes transtornos para a população. Assim, a discussão temática da redução do consumo da água e o seu uso de forma racional é urgente e necessária.

Nesse contexto, alguns estudiosos vêm discutindo e sugerindo soluções alternativas para minimizar o consumo de água potável. Uma das soluções apontadas é a viabilidade da utilização de água da chuva como forma de mitigar o consumo de água potável (VASCONCELOS e FERREIRA, 2006). A captação e uso da água da chuva além de minimizar o uso da água de abastecimento para fins não potáveis como na lavagem de banheiros, pátios, jardinagem, ela também pode ser usada para criação de animais e manejo de culturas.

Diversos pesquisadores analisam a viabilidade da captação de água da chuva para fins não potáveis em diferentes regiões, como: Nascimento et al. (2016) para Belém-PA, Lopes e Miranda (2016) para a cidade de Belo Horizonte-MG, Recife-PE e Rio Branco-AC, Moura e Almeida (2015) para Barra de Santana-BA, Almeida e Gomes (2011) para Cuité-PB, entre outros inúmeros trabalhos que vêm sendo desenvolvidos e buscam estimar o volume de água captada da chuva e indicar se esse volume atende ou não a demanda de água não potável.

Segundo Carvalho et al. (2007), a água da chuva pode ser captada por meio de superfícies como telhados e pavimentos, embora a qualidade da água retida por meio de telhados seja superior à de pavimentos. Em geral, áreas de captação superiores a 350m² são mais favoráveis a implantação de um sistema de captação de água da chuva se comparada a áreas menores, mesmo fazendo o uso de métodos tradicionais de dimensionamento dos reservatórios.

O dimensionamento dos reservatórios é de extrema importância quando decide-se implantar um sistema de captação de água da chuva. Os mais variados métodos fazem uso do regime pluviométrico da região para definir a dimensão do reservatório. Conforme enfatizado

por Almeida e Farias (2012), a construção de um reservatório sem estudos estatísticos prévios da série pluviométrica encaminha a erros que podem levar a uma sub ou superestimava do volume a ser captado.

A NBR 15527/2007 trata do aproveitamento de água da chuva, e fornece os requisitos necessários para esse aproveitamento por meio de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. A água captada após passar por tratamento adequado pode ser utilizada em descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas, ruas e pátios, além de usos industriais (ABNT, 2007).

A norma 15527/2007 dispõe de seis métodos de cálculo para o dimensionamento do reservatório, são eles: método de Rippl, Simulação, Azevedo Neto, Prático Alemão, Prático Inglês e Prático Australiano. Todos os métodos utilizam em sua composição a precipitação local sejam em escala anual, mensal ou diária. A demanda por água não potável também compõe a estrutura desses métodos, exceto o método de Azevedo Neto e o método Inglês que dispensam o consumo.

Particularmente, na cidade de São José do Egito-PE, cidade situada no sertão do Pajeú, lidar com a falta de água já faz parte da rotina dos cidadãos. O abastecimento de água potável da cidade é realizado pela COMPESA (Companhia Pernambucana de Saneamento). A cidade também está entre as 23 localidades beneficiadas pela Adutora do Pajeú, projeto instituído pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), que visa sanar os problemas de abastecimento de água.

Em meados de 2011, São José do Egito recebeu a Escola Técnica Estadual Professora Célia Siqueira, com grande estrutura predial para comportar cerca de seiscentos alunos distribuídos entre os cursos de Técnico em Meio Ambiente e Técnico em Administração.

O curso de Técnico em Meio Ambiente conta com disciplinas como agroecologia, climatologia, diversidade vegetal e geologia ambiental, disciplinas que requerem uma vivência prática. Para tanto, a escola desenvolveu um projeto intitulado Cores e Sabores- Minha Horta na Escola. Esse projeto consiste no cultivo de hortaliças como coentro, alface, cebolinha e couve com o objetivo de introduzir produtos orgânicos no cardápio escolar.

Atualmente a escola conta com quatro (04) canteiros ecológicos mantido com água potável fornecida pelos órgãos de abastecimento. Recentemente, esse projeto já esteve com suas atividades paralisadas durante dois anos por falta de água na cidade.

Desse modo, esse trabalho busca investigar o potencial de captação de água da chuva para Escola Técnica Estadual Professora Célia Siqueira e avaliar os métodos de dimensionamento de reservatório de Rippl e Azevedo Neto, propostos pela NBR 15527/2007,

procurando um método que melhor se adeque as condições da região e então fornecer soluções para o desenvolvimento contínuo do canteiro ecológico da escola e possível redução do uso de água potável.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. INVESTIGAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO

O estudo climático das variáveis do tempo é de grande importância, levando em consideração o impacto ambiental que as anomalias dessas variáveis provocam no clima da região. Dentre as variáveis meteorológicas a precipitação pluvial é um dos componentes mais importantes e que exerce maior influência sobre as condições ambientais (SOUZA et al., 2010).

O Nordeste do Brasil é identificado pela irregularidade espacial e temporal da precipitação e dos processos de escoamento e erosão dos solos, juntamente com o elevado potencial de evaporação da água em função das altas temperaturas e grande disponibilidade de energia solar durante todo o ano (SILVA et al., 2010). A junção desses elementos resulta na escassez de água que caracteriza a região.

Isso ocorre devido as características da região, que possui um dos mais elevados índices de evaporação do Brasil. O Estado de Pernambuco tem 70% do seu território localizado no semiárido nordestino, estando assim, sujeito às secas periódicas (GALVÍNIO e MOURA, 2005).

Souza et al. (2010), verificam que os meses de julho, agosto, setembro e outubro como período de baixo índice pluviométrico para o estado de Pernambuco. Durante esse período mais seco do ano a disponibilidade de água é afetada e resulta na destruição de culturas agrícolas, criações de animais e dificulta as mais variadas atividades urbanas e rurais.

Segundo Galvínio e Moura (2005), de modo geral, em Pernambuco, 26% dos anos em estudos são anos secos, e possuem precipitação média anual em torno de 300 mm. Por isso faz-se necessário o uso consciente da água como também a aplicação de técnicas de aproveitamento de água da chuva.

2.2. APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

O aproveitamento de água da chuva tem sido visto como uma alternativa promissora para problemas de escassez de água e inundações frequentes nas regiões metropolitanas. A captação e armazenamento do volume de água da chuva pode além de minimizar esses problemas, favorecer a economia de gastos decorrente do consumo de água de abastecimento (CARVALHO *et al.*, 2007).

Segundo Nunes (2016), aproveitar águas pluviais além de ser uma alternativa ao abastecimento, enriquece a ideia de conservação de água e efetua a educação ambiental.

Acrescenta-se ainda a prevenção a poluição das bacias, pois reduz o escoamento superficial e atenua os picos de enchentes, amenizando o potencial de inundação.

Conforme analisado por Regelman e Kozerski (2015), a captação e o armazenamento de água da chuva é uma boa alternativa para amenizar problemas de estiagem severa em algumas épocas do ano. Inferem ainda, que para o uso dessa água dois aspectos devem ser analisados, caso seja utilizada para consumo animal deve receber tratamento adequado, porém para uso em limpezas e irrigação de hortas e jardins o tratamento é mínimo.

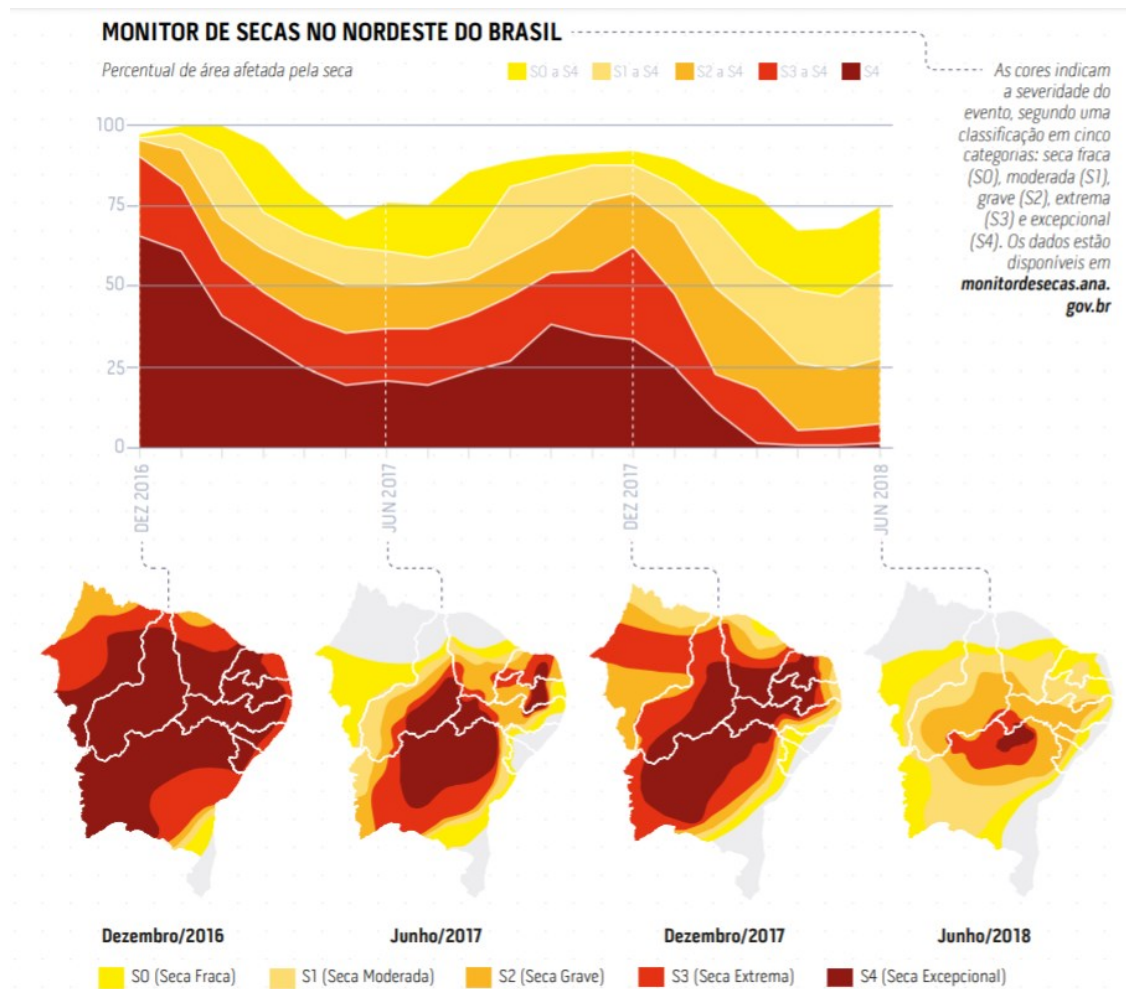
Com o armazenamento de água da chuva para usos não potáveis existe uma economia no consumo de água potável proveniente do abastecimento, levando-se em consideração que parte da água fornecida pelo sistema de abastecimento não será utilizada (LEMOS,2017). É nesse contexto, que Tomaz (2015), aponta que a captação de água da chuva reduz em 30% o consumo de água potável proveniente do sistema de abastecimento.

É notório os benefícios provenientes da captação de água da chuva, principalmente para a região Nordeste que frequentemente passa por problemas de escassez de água. Conforme destacado na Conjuntura de Recursos Hídricos da ANA (2018), cerca de 80% das pessoas afetadas por secas em 2017 residem na região Nordeste, os estados da Bahia, Ceará e Pernambuco totalizam 55,5% dos registros do país.

A Agência Nacional das Águas (ANA) dispõe de uma ferramenta que integra diversos dados e informações sobre a seca, o chamado Monitor de Secas. Essa ferramenta indicou em 2016, o pico da seca nos últimos anos para a região Nordeste, em dezembro a maior parte do território já se encontrava em situação de seca excepcional, e foi registrado colapso no abastecimento de 132 cidades (Fig. 1).

Com base nas problemáticas da seca, Moraes et al. (2009) propuseram técnicas de convivência com o semiárido. Afirma que o segredo da convivência com o semiárido passa pela produção e estocagem dos bens em tempos chuvosos para se viver adequadamente em tempos sem chuva, destaca ainda, que o principal bem a ser estocado é a própria água.

Figura 1- Monitor de Secas no Nordeste do Brasil segundo Conjuntura de Recursos Hídricos da ANA (2018)



Fonte: ANA (2018)

2.3. CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Um dos questionamentos mais comum é como captar água da chuva e qual o tamanho do reservatório para seu armazenamento.

O processo de captação de água da chuva pode ser feito por meio de telhado de casas ou demais construções da propriedade, fazendo uso de calhas e encanamentos condutores e posteriormente armazenar essa água em cisternas ou outro tipo de reservatório (REGELMEIER e KOZERSKI, 2015).

Segundo Fernandes et al. (2007), o armazenamento de água que escoo pelos telhados é a forma mais simples de sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva, essa água transcorre por condutores verticais e horizontais (calhas), que levam a água até um reservatório. Esse reservatório pode ser construído de diferentes materiais, como alvenaria, aço, polietileno ou concreto armado.

May (2004), elenca os componentes necessários para o sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva em edificações, sendo eles: a área de coleta que são em geral superfícies impermeabilizadas (telhados, lajes, calçadas, etc.), condutores verticais e horizontais, armazenamento e tratamento da água captada. A figura 2 mostra a distribuição desses componentes no sistema de coleta.

Figura 2 - Sistema de coleta de água da chuva



Fonte: Casa e Arquitetura (2018)

A área de captação é, conforme definida no anexo da NBR 15.527, “área, em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é o captada” (ABNT, 2007).

Os telhados para coleta da água da chuva, citados por Anecchini (2005), podem ser de telha cerâmica, de fibrocimento, de zinco, de aço galvanizado, de plástico, de vidro, de acrílico, ou mesmo, de concreto armado ou manta asfáltica. Afirma ainda que, o tipo de revestimento também interfere no sistema de aproveitamento de água, sendo recomendável optar por os de menor absorção de água.

O material do qual é composto o telhado é de fundamental importância na definição do coeficiente de escoamento superficial, que vai definir quanto da água precipitada se transforma em escoamento (OLIVEIRA et al., 2014). O coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de Runoff (C) representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado, e varia conforme a superfície (ABNT, 2007).

Esse coeficiente tem valor adimensional e nele estão inclusas as perdas que podem ocorrer por infiltração, evaporação entre outras. Um dos valores mais comumente utilizados é

0,8, indicando que, 20% da água precipitada não contribui para o escoamento (HAGEMANN, 2009).

O aproveitamento e utilização da água da chuva deve se pautar por critérios e legislação específica.

O Decreto 24.643 de 10 de julho de 1934, em seu Capítulo V, artigo 103, discorre sobre águas pluviais e afirma que: “As Águas Pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em sentido contrário” (BRASIL, 1934). Não sendo permitido o desperdício em prejuízo dos demais prédios que dela possam aproveitar, sob pena de indenização aos proprietários dos mesmos e o desvio dessas águas de seu curso natural para lhes dar outro curso sem consentimento expresso dos donos dos prédios que irão recebê-la.

A Norma Brasileira 15.527/2007 elenca os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis, nela estão inclusas especificações quanto a área de captação, condutores, reservatório, instalações prediais, qualidade da água, bombeamento e manutenção. Dispõe ainda, de seis métodos utilizados para o dimensionamento dos reservatórios (ABNT, 2007).

Existem três pontos principais sobre a norma, são eles: a origem da água a ser coletada, atualmente conforme a norma apenas a água do telhado pode ser aproveitada. Os usos da água da chuva, como lavagens de pisos, carro, irrigação e drenagem de vasos sanitários. E por fim, o dimensionamento da cisterna, que deve ser feito utilizando a área do telhado e o índice pluviométrico da região (ECOCASA, 2018).

De modo geral, a NBR 15.527/2007, especifica que no projeto deve constar a população que faz uso da água e a determinação da demanda, incluindo os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de águas pluviais.

2.4. DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Os dados históricos de precipitação da região, a área de captação e a demanda são necessários para os cálculos do dimensionamento do reservatório que também é regido pela norma. São disponibilizados seis métodos, são eles: método de Rippl, método da Simulação, método Azevedo Neto, método Prático Alemão, método Prático Inglês e método Prático Australiano.

O Método de Azevedo Neto também conhecido como Método prático Brasileiro propõe o aproveitamento máximo de 50% da precipitação anual, em decorrência do escoamento superficial e das perdas do sistema (GIACCHINI et al., 2011).

Segundo Lima et al. (2015), a utilização desse método é importante no dimensionamento de reservatórios pois o mesmo leva em consideração o número de meses com pouca chuva, não havendo um resultado maior que o tamanho ideal como é o caso do uso de valores adotados aleatoriamente.

Já o método de Rippl, segundo Tomaz (2009), é o mais utilizado e apresenta em geral o valor máximo do volume do reservatório, sendo importante obtê-lo para conhecer o volume superior. O método é também conhecido como diagrama de massas, pois garante o abastecimento tanto em período chuvoso quanto em períodos secos.

2.5 ECONOMIA GERADA COM A APLICAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Armazenar água da chuva expressa uma boa economia no gasto de água e ainda possui potencial para ser utilizada na irrigação de parques, escolas praças, estacionamentos e condomínios. Além de incentivar a redução do consumo também aproveita os recursos naturais existentes de forma sustentável, isso significa unir benefícios ecológicos aos econômicos e favorecer o equilíbrio natural do planeta (OLIVEIRA et al., 2014).

A economia por parte do aproveitamento de água da chuva é destacada por diversos pesquisadores, como foi concluído por Vieira et al. (2015), que a utilização de tecnologias poupadoras como a captação de água da chuva são alternativas viáveis, pois geram benefícios financeiros no caso da redução da conta de água e, ambientais, pois reduz o consumo de água potável.

Segundo Tomaz (2015), as pesquisas apontam em geral 30% de redução do consumo de água potável proveniente do uso da captação de água da chuva. Os benefícios estão além da economia mensal no valor da conta de água potável, diz respeito também as práticas simples e sustentáveis que podem ser adotadas tanto por as residências unifamiliares como pelas empresas e instituições.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo dessa pesquisa foi realizada na Escola Técnica Estadual Professora Célia Siqueira (Figura 3), situada na cidade de São José do Egito, localizada no estado de Pernambuco na mesorregião do Sertão Pernambucano e na Microrregião de Pajeú. Segundo o último censo do IBGE (2010), a cidade contava com 31.829 habitantes. Conforme identificado pelo CPRM-Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2005), o clima da cidade é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão.

A Escola Técnica Estadual Professora Célia Siqueira foi instituída em meados de 2011 e conta atualmente com cerca de seiscentos (600) alunos de ensino médio técnico e subsequente dos cursos técnicos em Administração e Meio Ambiente com carga horária em tempo integral (diurno).

A escola já conta com um projeto piloto de captação de águas pluviais, toda água captada do telhado é conduzida por tubulações, porém, é descartada na lateral da área I, indicada na figura 3, com seis pontos de descarte ao longo da extensão do bloco.

Figura 3 - Imagem aérea da ETE Professora Célia Siqueira



Fonte: Google Earth (2019)

A área para captação de água da chuva é composta por três blocos (I, II e III) que será analisada individualmente e como uma área total (somatório dos três blocos). Essa área é composta por salas de aula, ambiente dos professores, secretária, setor administrativo, banheiros e laboratórios. Ao todo cerca de 660 pessoas fazem uso desses blocos, incluindo equipe gestora, docentes, discentes (Integrado e subsequente) e terceirizados.

A pesquisa foi realizada no período de junho a novembro de 2019. Inicialmente foram feitos levantamentos dos dados da escola como plantas baixas, demanda total por água

potável e a necessidade da instalação de um novo reservatório para garantir a execução contínua da horta experimental e de usos não potáveis.

Para avaliação da concepção do sistema de captação foi analisado os índices pluviométricos de São José do Egito para com base nesses dados definir o volume de água de chuva aproveitável e então aplicar os métodos de dimensionamento do reservatório sugeridos pela NBR 15.527/2007.

Na pesquisa foram utilizados dados diários de chuva do período de 1915 a 2018, da cidade de São José do Egito-PE, fornecidos pela SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste). Foram investigados os totais acumulados de chuva, as médias climatológicas, mediana e desvio padrão, assim como a classificação pluviométrica anual e mensal em períodos secos e chuvosos.

O Desvio Padrão Mensal (σ_i) permite a observação da variação dos dados em relação à média aritmética da série, é calculado considerando um grau de liberdade ($n-1$), recomendado para uma série de dados superior a 30 anos, conforme equação 1:

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n \frac{(x_{ij} - \mu_i)^2}{n-1}} \quad (1)$$

Para caracterizar a classe anual de precipitação, utilizou-se o método do percentil, aplicado aos dados totais anuais de chuva. O percentil emprega a técnica dos *Quantis*, que consiste em organizar a série de dados na ordem crescente que é então dividida em n partes. Se dividirmos a série em três partes, por exemplo, teremos os *Quantis* de 25%, 50% e 75%.

Essa técnica dos *Quantis* é uma metodologia que consiste estritamente na distribuição em ordenamento crescente de uma série amostral contínua, para a qual se atribui uma probabilidade p , univocamente para cada valor amostral (XAVIER, 1999; XAVIER et al., 2002). É usada para determinar a classe pluviométrica da precipitação anual e mensal, que caracteriza os totais de chuva em cinco classes: como Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (CH) e Muito Chuvoso (MC), apresentada no Quadro 1.

A técnica dos *Quantis* teve aplicações ampliadas a partir do pioneiro e importante estudo dessa técnica, o de PINKAYAN (1966) que a usou para avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos sobre extensas áreas continentais sobre os Estados Unidos.

Quadro 1 - Intervalos de classe para categorização da precipitação

CLASSES DE PRECIPITAÇÃO		
Classe	Sigla	Intervalo
Muito Seco	MS	$x_i \leq P_{0,15}$
Seco	S	$P_{0,15} < x_i \leq P_{0,35}$
Normal	N	$P_{0,35} < x_i < P_{0,65}$
Chuvoso	C	$P_{0,65} \leq x_i < P_{0,85}$
Muito chuvoso	MC	$x_i \geq P_{0,85}$

Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

O cálculo do volume de água de chuva aproveitável está descrito na NBR 15.527/2007 e depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura (Coeficiente de runoff), bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial (first flush) (Equação 2):

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ fator de captação} \quad (2)$$

Onde:

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

P= precipitação média anual, mensal ou diária, em milímetros;

A= área de coleta, em metros quadrados;

C=coeficiente de runoff;

η fator de captação = eficiência do sistema de captação, levando em conta o descarte do first flush.

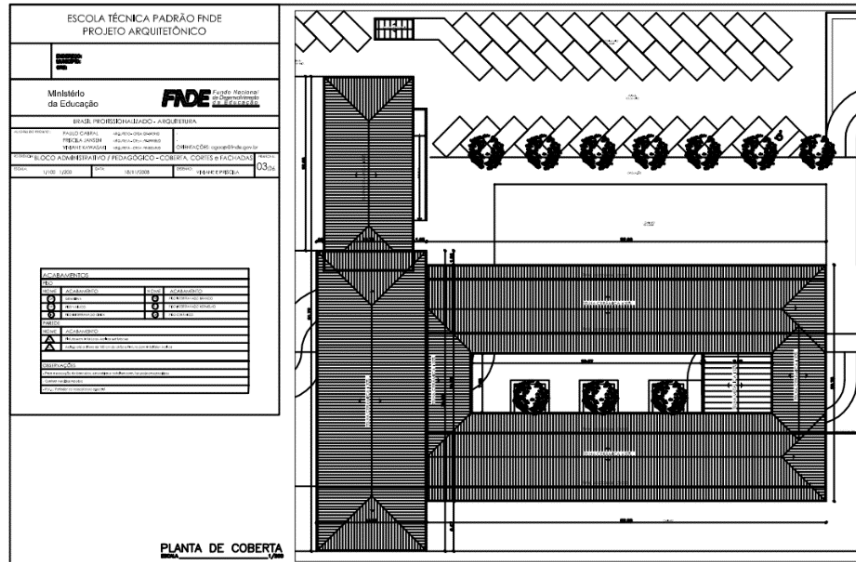
Segundo Tomaz (2007), a eficiência do first flush ou do descarte de filtros e telas variam de 0,50 a 0,90. Um valor prático quando não se têm dados é adotar: $C \times \eta = 0,80$ ou no caso de o projetista não considerar o first flush é sugerido adotar $n=0,90$.

Sabe-se que o prédio da escola comporta um sistema de instalações hidráulicas que visa a captação de água da chuva composto por área de cobertura, calhas e condutos verticais. No entanto, falta o componente principal de um sistema de coleta de água da chuva, o reservatório.

Utilizando as plantas baixas do prédio (Figura 4) foi possível calcular a área total de captação que pertence a esse estudo que possui $2005,6\text{m}^2$, esse valor é o somatório das três áreas ($I= 1196,6\text{m}^2$, $II= 556\text{m}^2$ e $III= 252,9\text{m}^2$). O reservatório atual da escola tem capacidade para 20.000 litros, que é abastecido integralmente pela companhia pernambucana de saneamento (COMPESA). A demanda mensal por água potável foi definida com base nas

faturas de água provenientes da rede de abastecimento, nos último doze meses em que se teve acesso.

Planta Baixa 1- Área de captação



Fonte: FNDE (2008)

Quanto aos métodos de dimensionamento do reservatório, dentre os seis métodos dispostos na NBR 15.527 foram utilizados dois deles para o dimensionamento do reservatório desse estudo, são eles: Método de Rippl e Método de Azevedo Neto (Método Brasileiro), os dois foram escolhidos por se adequarem melhor a realidade climática da região.

3.1 MÉTODO DE RIPPL

A NBR 15.527/2007 afirma que podem ser utilizadas tanto series mensais como diárias de precipitação. Para obtenção do volume de água do reservatório é preciso efetuar as equações 3, 4 e 5 respectivamente (ABNT, 2007):

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (3)$$

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \times \text{área de captação} \quad (4)$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ somente para valores } S_{(t)} > 0 \quad (5)$$

Sendo que: $\sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$

Onde:

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

$D_{(t)}$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório, em metros cúbicos;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

3.2 MÉTODO DE AZEVEDO NETO

Nesse método a demanda por água é desconsiderada sendo levado em consideração apenas o volume captado e o período mensal de estiagem (SILVA, 2018).

Sendo assim, o volume de chuva é obtido pela equação 6:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (6)$$

Onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual expresso em milímetros (mm);

T é o valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca;

A é o valor numérico da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, litros (L).

Para avaliar a viabilidade do sistema e provar se o mesmo é ou não eficaz na economia de água potável será calculado o percentual de economia mensal de água potável como definido por Costa et al. (2015) já antes mencionado. Os valores obtidos nessa etapa poderão auxiliar na tomada de decisão sobre a implantação ou não do sistema, a depender do seu potencial de economia.

Para estimar a economia gerada pelo sistema de captação de água da chuva foi utilizada a equação 7, descrita por Costa et al. (2015):

$$E = (V_{cap} \times 100) / C \quad (7)$$

Onde:

V_{cap} : Volume captado m³/mês;

C : Consumo estimado em m³/mês;

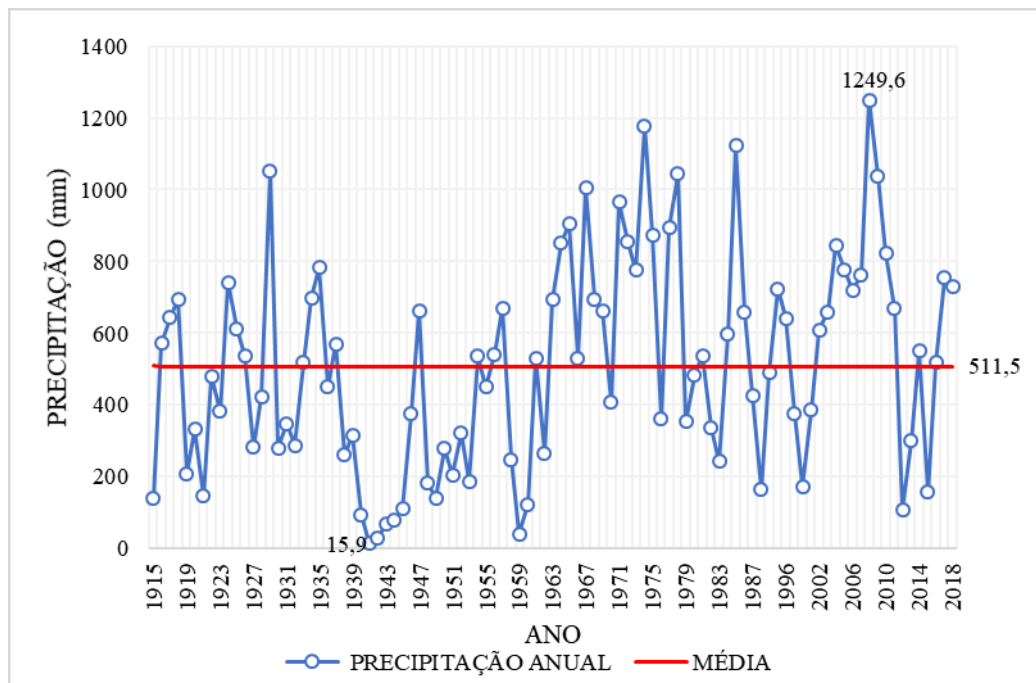
E : Economia percentual estimada em %.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DA DISTRIBUIÇÃO DA CHUVA DE SÃO JOSÉ DO EGITO-PE

O estudo do regime de chuvas da região analisou a distribuição anual e mensal, com foco nos períodos secos e chuvosos. A linha vermelha destaca o valor médio anual de 511,5mm. Dentre os 97 anos de investigação, 51% encontram-se acima do valor médio esperado. O ano de 2008 apresentou o maior índice de precipitação de toda a série em estudo (1249,6mm), seguido pelos anos de 1974 com 1177,6mm e 1985 com 1122,8mm (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Distribuição do total anual de precipitação e a média climatológica do período de 1915-2018 da estação Meteorológica da SUDENE em São José do Egito-PE



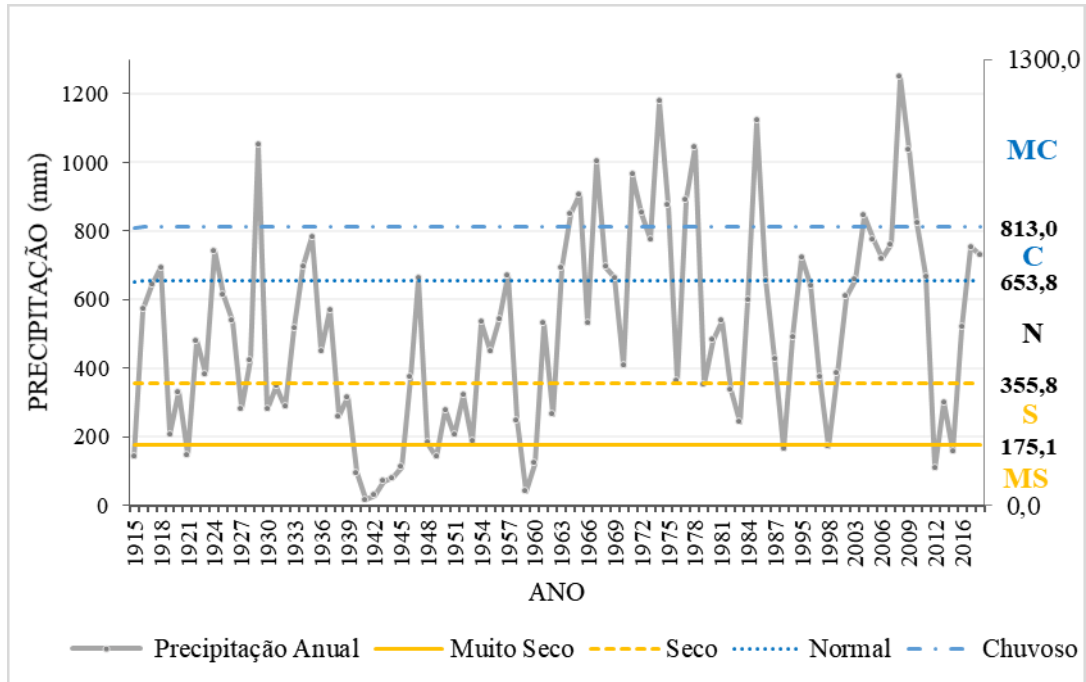
Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

Dos 49% dos anos abaixo da média ressalta-se o ano de 1941, com apenas 15,9mm de chuva. Esse ano faz parte de um período de cinco anos seguidos em que a precipitação anual se encontrou muito abaixo da média (1941-1945). O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, destaca os anos de 1941 a 1944 como um dos períodos mais secos da região Nordeste (CEMADEN, 2015).

Para avaliar a ocorrência de anos secos e chuvosos utilizou-se o critério estatístico dos Quantis (Percentil), por meio do qual foi possível classificar os 97 anos de estudo em cinco classes: Muito Seco (MS), Seco (S), Normal (N), Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC),

apresentados no Gráfico 2. Observe que nessa figura, além dessa classificação, também foi ilustrado os valores mínimos e máximos de cada classe no eixo secundário.

Gráfico 2 - Classificação dos 97 anos de análise quanto à precipitação anual para São José do Egito- PE.



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

MC- Muito Chuvoso, C- Chuvoso, N- Normal, S- Seco e MS- Muito Seco.

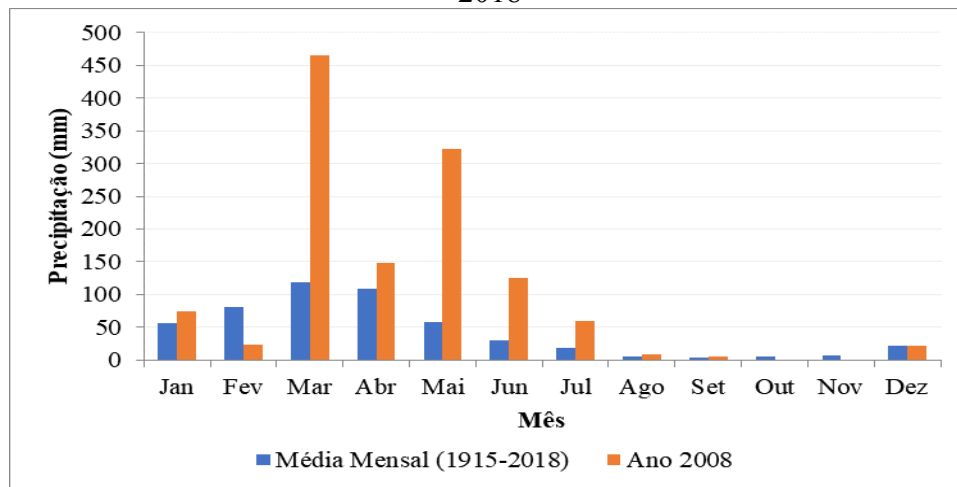
Na distribuição das classes, os anos Muito Seco compreendem o intervalo de classe com valores de 0mm a 175,1mm (16% dos anos) e o máximo da classe está no ano de 1988 (172,6mm). Já os anos Secos, que correspondem a 20% dos casos, apresentam valores de chuva entre 175,1mm e 355,8mm.

A maior frequência anual está na classe Normal (29% dos anos), com a faixa de valores variando do mínimo de 355,8mm ao máximo de 653,8mm. A precipitação média anual da região (511,5mm) está nessa classe Normal.

Em contraste com a classe do período Seco (S) e Muitos Seco (MS), os anos Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC) representam 35% dos casos. A faixa de transição é de 653,8mm a 813,0mm na classe dos anos C e superior a 813,0mm na classe dos MC. Dentro dessas faixas ressalta-se os máximos de chuva de 783,4mm no ano 1935 e o de 1249,6mm em 2008.

O ano de 2008 foi marcado por ocorrências de chuvas abundantes (Gráfico 3). Particularmente no primeiro período (jan-jul) choveu o equivalente a 1215,2mm, valor muito superior ao esperado para todo o ano (511,5mm).

Gráfico 3 - Distribuição da precipitação mensal em 2008 e média mensal do período de 1915-2018



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

Os campos oceânicos e atmosféricos de escala global evidenciaram condições associadas ao fenômeno La Niña e ainda a atuação conjunta de vários sistemas meteorológicos que contribuíram para a ocorrência de chuvas acima da média histórica em grande parte da Região Nordeste do Brasil (Boletim Climanálise, 2008). Especialmente no oeste da Paraíba, o mês de março foi considerado um dos mais chuvosos dos últimos 97 anos, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) foram os principais sistemas responsáveis pela ocorrência de chuvas.

Observou-se que o número máximo de meses nas Classes MS/S ocorre no mês de agosto (58%), setembro (73%), outubro (72%) e novembro (69%), identificado como o quadrimestre (ago-nov) mais seco da série em estudo (tabela 1).

Tabela 1- Classificação da precipitação mensal no período de 1915-2018

MÊS	MS/S	N	C	MC
JAN	19%	29%	33%	20%
FEV	13%	23%	32%	32%
MAR	7%	14%	29%	49%
ABR	4%	21%	30%	45%
MAI	15%	27%	39%	19%
JUN	22%	43%	29%	6%
JUL	33%	45%	20%	2%
AGO	58%	40%	1%	1%
SET	73%	25%	2%	-
OUT	72%	25%	2%	1%
NOV	69%	24%	7%	-
DEZ	41%	35%	19%	5%

Fonte: Construída com os dados da pesquisa

MC- Muito Chuvoso, C- Chuvoso, N- Normal, S- Seco e MS- Muito Seco.

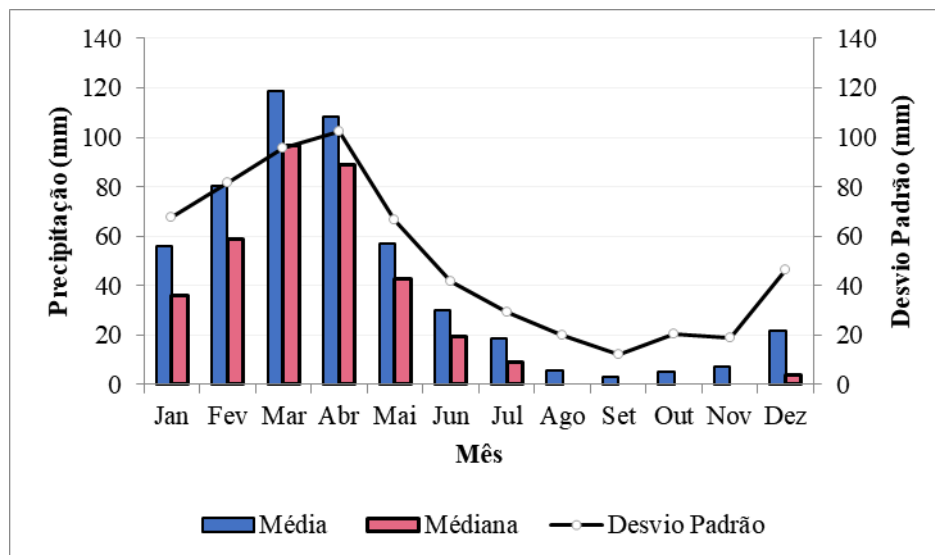
Já o quadrimestre mais chuvoso (C/MC) ocorre de fevereiro a maio, com número máximo de casos registrado em março (78%) e abril (75%).

Esses quadrimestres (seco e chuvoso) também foram identificados na análise estatística da distribuição mensal da precipitação média e da mediana e desvio Padrão do período de 1915-2018, apresentados no Gráfico 4.

No quadrimestre Chuvoso (fevereiro a maio) os valores médios variam entre 57,0mm e 118,9mm. Com valores máximos em março (118,9mm) e abril (108,2mm). Resultado semelhante foi visto por Mendonça (2016), onde também destacou em suas pesquisas que nos Sertões de Pernambuco, as chuvas máximas ocorrem nos meses de janeiro a abril, sendo março o mês frequentemente mais chuvoso.

Ainda na figura 8, é fácil observar que o valor da média mensal é superior ao valor da mediana em todos os meses. Isso determina um modelo do tipo assimétrico e coeficiente de assimetria positivo para a distribuição mensal. Por isso, embora a média aritmética seja a medida de tendência central mais usada, também recomenda-se o uso da mediana, em vez da média, por ser esta a mais provável de ocorrer.

Gráfico 4 - Distribuição Mensal da Precipitação Média, Mediana e Desvio Padrão do período de 1915-2018 para a estação Meteorológica da SUDENE em São José do Egito-PE



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

Observe ainda que nos meses de agosto a novembro o valor da mediana é zero, o que corrobora com a identificação do quadrimestre mais seco, visto na tabela 1. Esse mesmo resultado foi também identificado pela APAC (Agência Pernambucana de Águas e Climas) no seu Boletim de Clima de 2019.

A curva do desvio padrão apresenta valores superiores ao da média e mediana, exceto no quadrimestre chuvoso, o que determina um regime de precipitação mensal irregularmente distribuída, a exemplo do mês de dezembro com diferenças de altos valores entre o desvio padrão (37,9mm), a média (21,9mm) e a mediana (4mm). Nesse contexto pode-se destacar dezembro de 1963 com um índice de chuva de 210mm, como também os anos de 1972, 1974, 2004 e 2010 com índices superiores a 100mm no mês de dezembro.

4.2. VOLUME DE ÁGUA DE CHUVA APROVEITÁVEL

Para obtenção dos valores em metros cúbicos, as precipitações foram convertidas de milímetros para metros.

De acordo com a fórmula citada, o volume máximo de água de chuva que poderá ser coletado no intervalo de um mês associado às precipitações médias mensais da série em estudo são mostrados na Tabela 2.

Observa-se que o volume acumulado do mês de janeiro a maio representa aproximadamente 82% do acumulado total. Porém, o período de agosto a novembro apresenta o menor volume de água aproveitável (18%).

Embora esse volume tenha sido calculado para as três áreas distintamente, também pode-se analisar esse volume de forma conjunta as três (03) áreas, com um total máximo acumulado de 820,6m³, tendo em vista que toda a área coberta já conta com uma estrutura de calhas e condutores, elementos necessários para a vazão das coletas de águas pluviais.

Analisando a série dos últimos 20 anos (1997-2018) a estimativa do volume calculado para o chamado ano atípico, que refere-se aos anos de maiores e menores índices pluviométricos, destaca-se o ano de 2008 com volume mínimo de 173,6m³ e 2012 com máximo de 2004,4m³.

Tabela 2- Volume Máximo Mensal de Água Aproveitável

Mês/Volume	V (Área I) m ³	V (Área II) m ³	V (Área III) m ³
Jan	53,4	24,8	11,3
Fev	77,1	35,8	16,3
Mar	113,8	52,9	24,0
Abr	103,5	48,1	21,9
Mai	54,5	25,3	11,5
Jun	28,7	13,4	6,1
Jul	17,9	8,3	3,8
Ago	5,3	2,4	1,1
Set	2,7	1,3	0,6
Out	4,7	2,2	1,0
Nov	7,0	3,2	1,5
Dez	21,0	9,7	4,4
Total	489,6	227,5	103,5

Fonte: Construída com os dados da pesquisa.

Particularmente, a cidade de São José do Egito tem um regime de precipitação mensal irregularmente distribuída, então para o cálculo do dimensionamento do reservatório optou-se por aplicar o Método de Rippl e o Método Azevedo Neto, pois são dois modelos de dimensionamento de reservatórios em que ambos estão relacionados com período de pouca chuva ou seca, porém o de Azevedo Neto desconsidera a demanda para esta água.

4.3 MÉTODO DE RIPPL

Um dos elementos desse método é a demanda por água não potável. A análise dos volumes do reservatório foi obtida com a variabilidade mensal da chuva para destacar os possíveis meses que atendem a demanda por água não potável $D(t)$ da instituição *ETE Célia Siqueira*. O dimensionamento de reservatório de água de chuva foi realizado para três demandas de água não potável distintas:

D_1 - consumo de água nas bacias sanitárias, pias de banheiro e limpeza de piso;

D_2 - consumo de água em quatro (04) canteiros na produção de hortaliças;

D_3 - consumo de água em dezoito (18) canteiros na produção de hortaliças.

A Tabela 3 apresenta o resultado do dimensionamento de reservatório pelo Método de Rippl para a demanda D_1 com relação a toda área coberta (Área I + Área II + Área III). O modelo resultou em um volume de reservação grande, de 664,1m³, que corresponde ao maior

valor resultante na coluna do V_R . Observe que o único período onde ocorre sobra de água (E) é de fevereiro a abril.

Tabela 3 - Resultados da aplicação do método de Rippl para o consumo médio mensal de água não potável nas bacias sanitárias, pias de banheiro e limpeza de piso.

Mês	P	V	D(t)	S_t (m ³)	$V_R = \sum S_t$	D_a	V_a
Jan	55,8	89,5	97,1	7,6	7,6	97,1	89,5
Fev	80,5	129,2	87,2	-42,0	E	184,3	218,7
Mar	118,9	190,7	99,8	-91,0	E	284,0	409,4
Abr	108,2	173,6	124,3	-49,3	E	408,3	583,0
Mai	57,0	91,4	139,0	47,5	55,1	547,2	674,4
Jun	30,0	48,2	88,6	40,4	95,5	635,8	722,6
Jul	18,7	30,0	110,3	80,3	175,8	746,0	752,6
Ago	5,5	8,8	155,8	146,9	322,7	901,8	761,4
Set	2,8	4,6	92,1	87,5	410,2	993,8	766,0
Out	4,9	7,9	100,8	92,9	503,1	1094,6	773,8
Nov	7,3	11,7	100,8	89,1	592,2	1195,4	785,6
Dez	21,9	35,2	107,1	71,9	664,1	1302,5	820,7

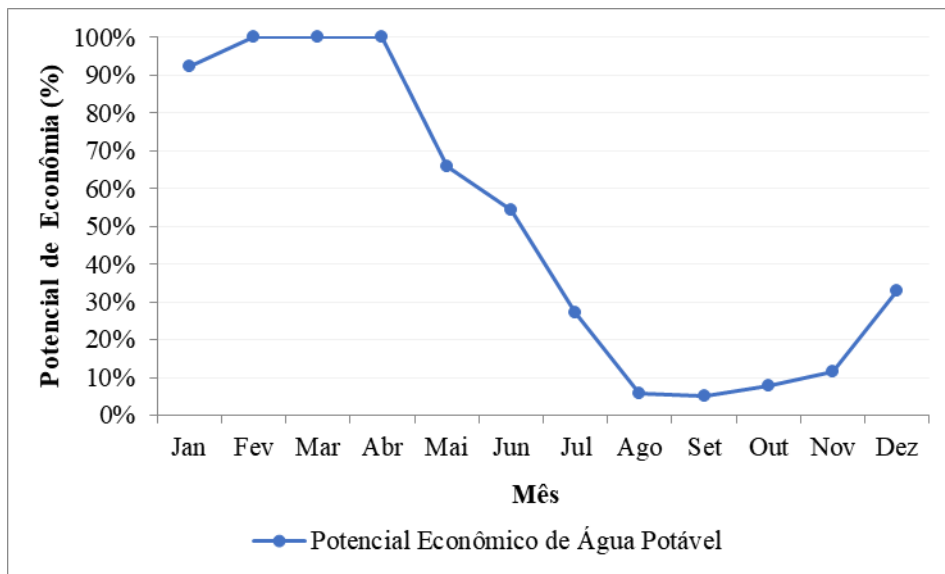
Fonte: Construída com os dados da pesquisa.

P- Precipitação mensal (mm), Área III- Área de captação (m²), V- Volume aproveitável (m³), D(t)- Demanda mensal (m³), $S_{(t)}$ - Volume de água no reservatório no tempo t (m³), V_R - Volume do reservatório, E- Período onde ocorre sobra de água, D_a - Acumulada da demanda, V_a - Acumulada do volume

Esse mesmo período (fev-abr) proporciona 100% de atendimento ao consumo mensal, como mostra a análise do potencial econômico da água potável, apresentado na figura 9. Observe ainda que nos meses de agosto a novembro esse potencial de economia é mínimo variando de 5% a 12%. Essa captação de água pode gerar um potencial médio de 65% de economia da água potável.

Como bem destacado por Paiva et al. (2019), a economia financeira anual possui valor significativo, e mais relevante ainda quando considerado todo o gasto produzido pelos sistemas de tratamento e de abastecimento da água, minimizando assim os impactos ambientais.

Gráfico 5 - Potencial médio de economia de água potável no consumo de água nas bacias sanitárias, pias de banheiro e limpeza de piso.

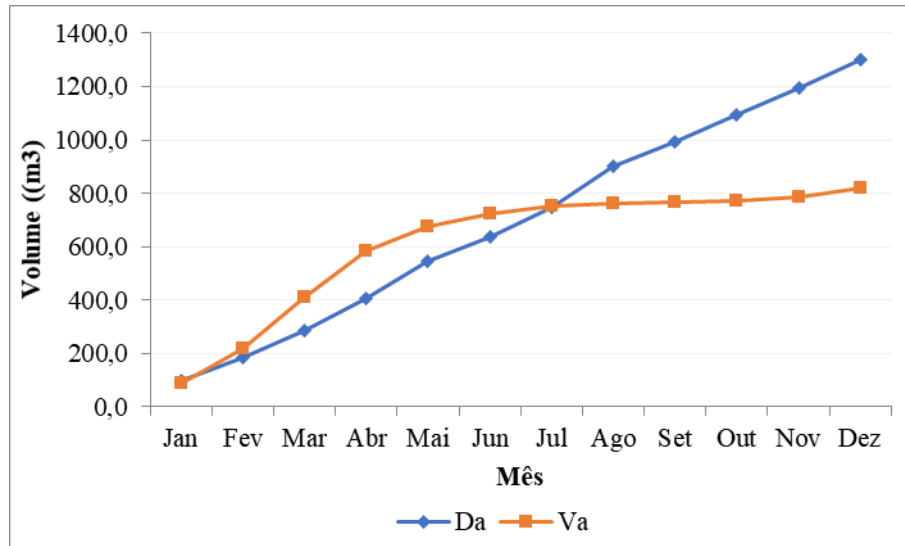


Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

No Gráfico 6, que trata da relação entre a acumulada do Volume de água captada (V_a) e a acumulada da Demanda (D_a), verifica-se que no período de fevereiro a julho a curva característica do V_a é superior a curva da D_a . Isso se explica pela sobra de água (E) nos reservatórios, registradas na Tabela 3.

Já nos meses de agosto a dezembro há uma inversão nos valores máximos e mínimos dessas acumuladas, o que implica numa capacidade de armazenamento de água insuficiente entre o suprimento e a demanda ao longo desses meses, haja vista que esse período (ago-dez) foi considerado o mais seco da série.

Gráfico 6 - Acumulada do volume de água captada (V_a) e a acumulada da demanda (D_a) do consumo de água nas bacias sanitárias, pias de banheiro e limpeza de piso ao longo de um ano.



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

A Tabela 4 apresenta o resultado do dimensionamento de reservatório pelo Método de Rippl para a demanda D_2 com relação a menor área coberta, área III ($252,9\text{m}^2$). Essa demanda é de 15 litros por dia em cada canteiro, o que equivale a um gasto total de $1,8\text{m}^3$ por mês.

Tabela 4- Resultados da aplicação do método de Rippl para o consumo médio mensal de água não potável em quatro (04) canteiros na produção de hortaliças.

Mês	P	V	D(t)	S_t (m^3)	$V_R = \sum S_t$	D_a	V_a
Jan	55,8	11,3	1,8	-9,5	E	1,8	11,3
Fev	80,5	16,3	1,8	-14,5	E	3,6	27,6
Mar	118,9	24,0	1,8	-22,2	E	5,4	51,6
Abr	108,2	21,9	1,8	-20,1	E	7,2	73,5
Mai	57,0	11,5	1,8	-9,7	E	9,0	85,1
Jun	30,0	6,1	1,8	-4,3	E	10,8	91,1
Jul	18,7	3,8	1,8	-2,0	E	12,6	94,9
Ago	5,5	1,1	1,8	0,7	0,7	14,4	96,0
Set	2,8	0,6	1,8	1,2	1,9	16,2	96,6
Out	4,9	1,0	1,8	0,8	2,7	18,0	97,6
Nov	7,3	1,5	1,8	0,3	3,1	19,8	99,1
Dez	21,9	4,4	1,8	-2,6	E	21,6	103,5
TOTAL	511,5	103,5	21,6				

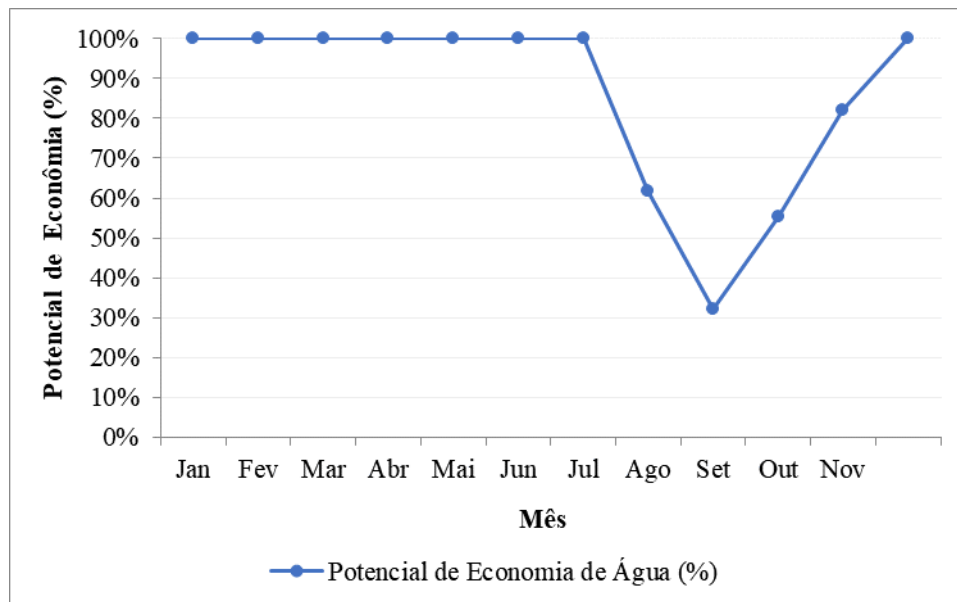
Fonte: Construída com os dados da pesquisa.

P- Precipitação mensal (mm), Área III- Área de captação (m^2), V- Volume aproveitável (m^3), D(t)- Demanda mensal (m^3), $S_{(t)}$ - Volume de água no reservatório (m^3), V_R - Volume do reservatório, E- Período onde ocorre sobra de água, D_a - Acumulada da demanda, V_a - Acumulada do volume

Observe que nos meses de janeiro a julho houve sobra de água (E) nos reservatórios, enquanto no período seco a somatória das demandas é superior ao volume aproveitável de chuva. O resultado do método considerou um volume de $3,1\text{m}^3$ definido para o reservatório a partir do consumo observado nos quatro canteiros.

O potencial de economia de água é satisfatório nos sete primeiros meses, atingindo os 100% desejado (Gráfico 7). Na estação com pouca chuva, observa-se um decréscimo contínuo nos meses de agosto (62%) e setembro (32%), voltando a crescer de outubro a dezembro com valores superiores a 50%. Essa captação pode gerar um potencial médio de 4,6 vezes de economia de água potável utilizada para manutenção dos quatro canteiros.

Gráfico 7 - Potencial médio de economia de água potável no consumo de água em quatro (04) canteiros na produção de hortaliças.

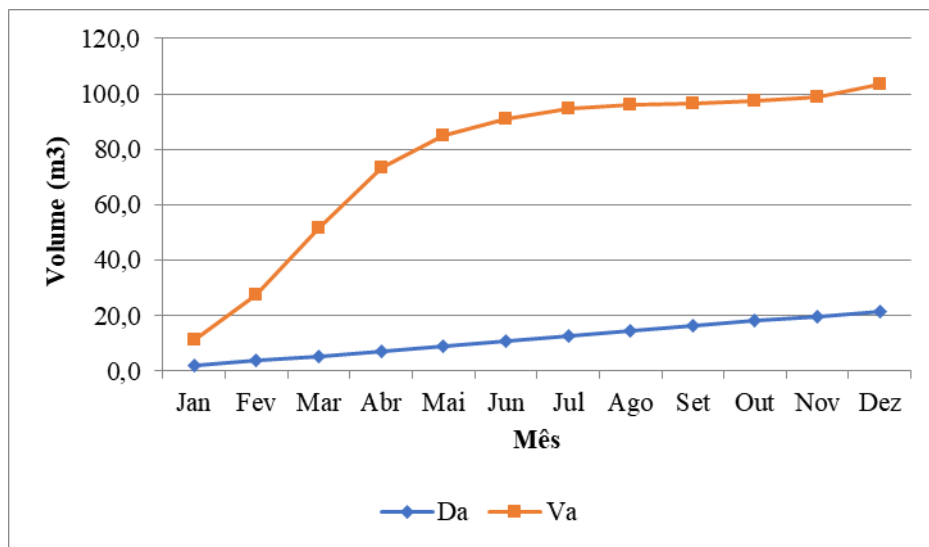


Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

No Gráfico 8 investigou-se a relação entre a acumulada do Volume de água captada (V_a) e a acumulada da Demanda (D_a) em função de uma demanda de água de $1,8\text{m}^3$ por mês, para quatro (04) canteiros de hortaliças.

A curva da demanda acumulada é uma reta crescente, pois a água gasta nos canteiros tem volume constante. Já a curva da acumulada V_a apresenta maior variação nos meses de janeiro a maio (11m^3 - 85m^3) e menor variação de junho a dezembro ($91,1\text{m}^3$ - $103,5\text{m}^3$). A distância vertical entre essas duas curvas implica numa capacidade de armazenamento adequado entre o suprimento e a demanda ao longo do tempo.

Gráfico 8 - Acumulada do volume de água captada (V_a) e a acumulada da demanda (D_a) do consumo de água em quatro (04) canteiros na produção de hortaliças ao longo de um ano.



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

Atualmente o projeto de horta orgânica conta com quatro canteiros. Entretanto, a meta para o ano de 2020 é ampliar a oferta para 18 canteiros. Esse aumento vai gerar uma maior demanda de água para suprir a necessidade dos dezoito canteiros, que pode ser fornecida pela captação de água da chuva. Assim, o método de Rippl foi aplicado para uma demanda de água estimada em $8,1\text{m}^3$, registrados na tabela 5.

Tabela 5- Resultados da aplicação do método de Rippl para o consumo médio mensal de água não potável em quatro (18) canteiros na produção de hortaliças.

Mês	P	V	D(t)	S_t (m^3)	$V_R = \sum S_t$	D_a	V_a
Jan	55,8	11,3	8,1	-3,2	E	8,1	11,3
Fev	80,5	16,3	8,1	-8,2	E	16,2	27,6
Mar	118,9	24,0	8,1	-15,9	E	24,3	51,6
Abr	108,2	21,9	8,1	-13,8	E	32,4	73,5
Mai	57,0	11,5	8,1	-3,4	E	40,5	85,1
Jun	30,0	6,1	8,1	2,0	2	48,6	91,1
Jul	18,7	3,8	8,1	4,3	6,3	56,7	94,9
Ago	5,5	1,1	8,1	7,0	13,3	64,8	96,0
Set	2,8	0,6	8,1	7,5	20,8	72,9	96,6
Out	4,9	1,0	8,1	7,1	27,9	81,0	97,6
Nov	7,3	1,5	8,1	6,6	34,6	89,1	99,1
Dez	21,9	4,4	8,1	3,7	38,2	97,2	103,5

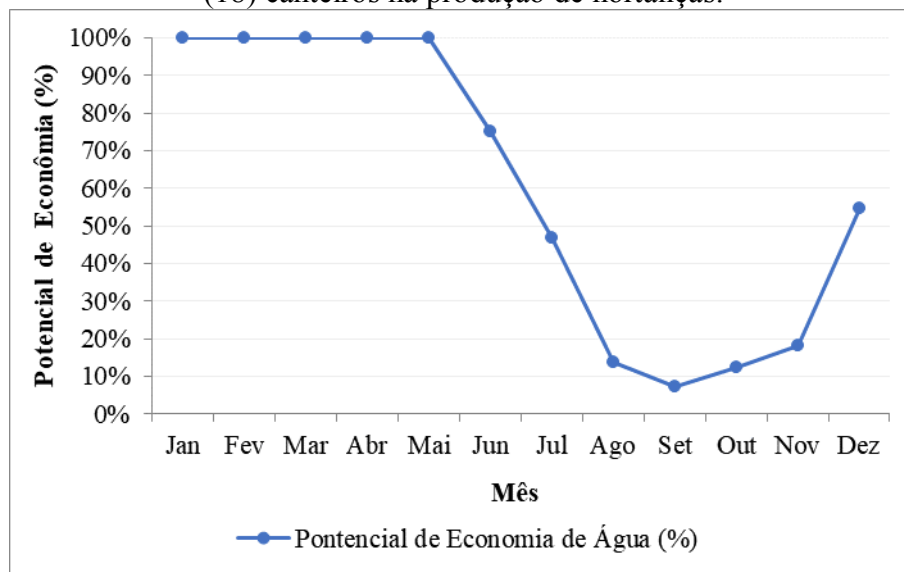
Fonte: Construída com os dados da pesquisa.

P- Precipitação mensal (mm), Área III- Área de captação (m^2), V- Volume aproveitável (m^3), D(t)- Demanda mensal (m^3), $S_{(t)}$ - Volume de água no reservatório (m^3), V_R - Volume do reservatório, E- Período onde ocorre sobra de água, D_a - Acumulada da demanda, V_a - Acumulada do volume

A aplicação do método apresentou resultado semelhante ao modelo dos quatro canteiros, exceto pelos meses de junho e julho em que não há sobra de água. Com o aumento do consumo de água para os dezoito canteiros, o método considerou um volume de $38,2\text{m}^3$ definido para o reservatório a partir do consumo observado.

No Gráfico 9, observa-se que o potencial econômico para os meses de janeiro a maio tem máximo aproveitamento da água da chuva que atende toda a demanda de água em 100%, enquanto que no período de agosto a novembro esse aproveitamento é inferior a 18%.

Gráfico 9 - Potencial médio de economia de água potável no consumo de água em dezoito (18) canteiros na produção de hortaliças.

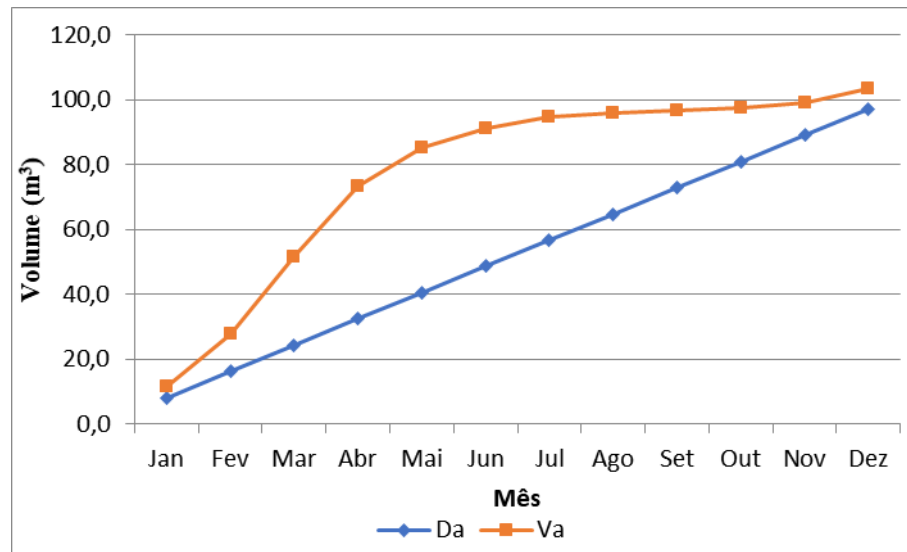


Fonte: Própria (2019)

Porém, para as curvas mostradas no Gráfico 10, a acumulada V_a registrou valores superiores à acumulada da demanda (D_a) em todos os meses do ano.

Isso indica que o volume de aproveitamento capitado (V) em cada mês do ano juntamente com a sobra mensal (E) de janeiro a maio permitiram o máximo aproveitamento da água de chuva e implicará na completa redução da demanda de água potável do sistema de abastecimento público que seria usada no suprimento dos 18 canteiros no ano de 2020.

Gráfico 10 - Acumulada do volume de água captada (V_a) e a acumulada da demanda (D_a) do consumo de água em dezoito (18) canteiros na produção de hortaliças ao longo de um ano.



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

4.4. MÉTODO DE AZEVEDO NETO

Os dados apresentados na tabela 6 referem-se ao resultado da aplicação do método de Azevedo Neto, o qual leva em consideração os meses de pouca chuva ou secos (agosto, setembro, outubro e novembro) e todos os parâmetros são de escala anual.

Para as três áreas conjuntamente, o método de Azevedo Neto considera um reservatório com $172,35\text{m}^3$. Ressalta-se que o cálculo do volume máximo de água de chuva que poderá ser coletado no intervalo de um ano foi $820,6\text{ m}^3$ (mostrado na sessão 3.2). Para a Área I, setor de maior cobertura, o método propõe um reservatório de $102,81\text{m}^3$.

Tabela 6- Resultado da aplicação do método de Azevedo Neto para $T=4$

Área	Área coberta (m^2)	P (mm)	T (mês seco)	$V=0,042.P.A.T$ (m^3)
Área I	1196,6	511,5	4	102,81
Área II	556	511,5	4	47,78
Área III	252,9	511,5	4	21,73
Área I + Área II	808,9	511,5	4	69,51
Área I + Área II + Área III	2005,6	511,5	4	172,35

Fonte: Própria (2019)

Na Área III, área também usada para estimar o volume dos reservatórios usados nos canteiros, o método de Azevedo Neto considerou um reservatório de $21,73\text{m}^3$. Para essa mesma área o método de Rippl estimou um reservatório de $38,2\text{m}^3$. Assim, um volume variando entre $21,73$ e $38,2\text{m}^3$ teoricamente deve suprir as necessidades do consumo futuro de ampliação do projeto de horta orgânica da instituição.

5 CONCLUSÃO

Na análise da variabilidade da chuva de São José do Egito-PE, no período de 1915-2018, a média anual de precipitação é de 511,5mm. Essa precipitação permite uma captação da água de chuva, em bases teóricas, de 489,6m³ para a Área I, 227,5m³ para Área II e 103,5m³ para a Área III.

A Técnica dos Quantis caracterizou os totais anuais em cinco classes: os anos Muito Seco (MS) que compreendem o intervalo de classe com valores de 0mm a 175,1mm (16% dos anos); os anos Secos (S) correspondente a 20% dos casos, com valores de chuva entre 175,1mm e 355,8mm; os anos Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC) representam 35% dos casos, com a faixa de transição de 653,8mm a 1249,6mm. A maior frequência anual está na classe Normal (29% dos anos), variando de 355,8mm a 653,8mm.

Essa mesma técnica, usada para dados mensais de chuva, identificou o quadrimestre chuvoso nos meses de fevereiro a maio, onde se tem o maior potencial de captação de água de chuva. Já o quadrimestre de agosto a novembro corresponde ao período crítico de seca, sujeito a poucas chuvas.

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório foi aplicado o Método de Rippl e o Método Azevedo Neto, ambos estão relacionados com período de pouca chuva ou seca.

O Método de Rippl foi realizado para três demandas de água não potável distintas. Para a demanda referente ao consumo de água em quatro (04) canteiros na produção de hortaliças, o método considerou um volume de 3,1m³ definido para o reservatório a partir desse consumo. Já para uma maior demanda de água para suprir a necessidade dos dezoito canteiros, o método considerou um volume de 38,2m³. O método de Azevedo estimou o dimensionamento do reservatório de 21,73m³.

Esses resultados indicaram que o aproveitamento da água de chuva para irrigação das hortas implicará na completa redução da demanda de água potável do sistema de abastecimento público. A viabilidade da aplicação do sistema de captação, considerando a situação da região e a alta demanda por água potável da ETE Célia Siqueira, pode garantir o funcionamento contínuo do projeto de horta orgânica como também gerar economia de água potável proveniente da rede de abastecimento.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527 – **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro, 2007. 11p.
- ALMEIDA, H. A., FARIAS, M. P. **Regime pluvial e potencial de captação de água para as microrregiões mais secas da Paraíba**. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água da chuva, 2012. Disponível Em: <http://www.bibliotekevirtual.org>. Acesso em 28 de ago. de 2019.
- ALMEIDA, H. A., GOMES, M. V. A. **Potencial para a captação de água da chuva: Alternativa de abastecimento de água nas escolas públicas de Cuité, PB**. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2011, Guarapari, ES. Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia.
- ANA, Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual / Agência Nacional de Águas**. -- Brasília: ANA, 2018. 72p.
- ANNECCHINI, Karla Ponzó Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 150 P. UFES, 2005. Disponível em: http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponz%C3%B3.Vaccari.PRN.pdf. Acesso em 16 de set. de 2019.
- APAC- Agência Pernambucana de Águas e Clima. **Boletim do Clima: Síntese Climática**. Vol. 07, janeiro de 2019. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/arquivos_portal/boletins. Acesso em: 01 de dez. de 2019.
- BRASIL, Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. **Código de Águas: e legislação correlata**. Lex: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, Brasília, v. 1, 234 p. 2003.
- CARVALHO, G. S., OLIVEIRA, S. C., MORUZZI, R. B. **Cálculo do volume do reservatório de sistemas de aproveitamento de água da chuva: Comparação entre métodos para aplicação em residência unifamiliar**. Antac, 2007. Disponível em: http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/rodrigo/calculo_do_volume.pdf. Acesso em 28 de ago. de 2019.

CASA E ARQUITETURA. **Como reaproveitar a água da chuva em residências**. Disponível em: <http://casaearquitectura.com/como-reaproveitar-agua-da-chuva/>. Acesso em 01 de dez. de 2019.

CEMADEN, **Monitor de secas do Nordeste, em busca de um novo paradigma para a gestão de secas**. Brasília, 2015. 124p. ISBN: 78-85-88192-16-4. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301625772_Monitor_de_Secas_do_Nordeste_em_busca_de_um_novo_paradigma_para_a_gestao_de_secas. Acesso em 06 de nov. de 2019.

BOLETIM CLIMANÁLISE. Volume 23 - Nº03 - Março/2008. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index0308.shtml>. Acesso em: 07 de nov. de 2019.

COSTA, B. M., ARAUJO, M. A., ARAUJO, N. S., BARBOSA, T. P. R. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na edificação da Multivix Serra**. 46 P. Disponível: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/aproveitamento-de-agua-pluvial-para-fins-nao-potaveis-na-edificacao-da-multivix-serra.pdf>. Acesso em 16 de set. de 2019.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do município de São José do Egito, estado de Pernambuco**. 11p, 2005. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16863/Rel_S%C3%A3o%20Jos%C3%A9%20do%20Egito.pdf?sequence=1. Acesso em: 08 de out. de 2019.

ECOCASA. NBR 15527 – **3 pontos críticos sobre a norma da água da chuva**. EcoCasa-Tecnologias Ambientais, 2018. Disponível em: <https://www.ecocasa.com.br/nbr-15527-3-pontos-criticos-sobre-a-norma-da-agua-da-chuva>. Acesso em 14 de set. de 2019.

ETE-Professora Célia Siqueira. Disponível em: <https://eteceliasiqueira.webnode.com/sobrenos/>. Acesso em 08 de out. de 2019.

FERNANDES, D. R. M., NETO, V. B. M., MATTOS, K. M. C. **Viabilidade econômica do uso da água da chuva: Um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN / RN**. ENEGEP/2007. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr650479_0552.pdf. Acesso em 13 de set. de 2019.

GALVÍNCIO, J. D., MOURA, M. S. B. **Aspectos climáticos da captação de água de chuva no estado de Pernambuco**. Revista de Geografia, Recife, v. 22, n. 2, p. 100-116, jul./dez.

2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/157649>. Acesso em 09 de set. de 2019.

GIACCHINI, M., FILHO, A. G. A., SANTOS, D. C. **Estudo do método de Azevedo Neto para dimensionamento de reservatório de água de chuva**. XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS, 2011. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/1533049dc01805a42e4dab62080dd3b9_a3fc95560f54901b6b760ba0c4c1f28b.pdf. Acesso em 14 de set. de 2019.

Google Earth. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em 08 de out. de 2019.

HAGEMANN, S. E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. UFSM, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7715/HAGEMANN%2c%20SABRINA%20ELICKER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 16 de set. de 2019.

IBGE. **Cidades**. Censo, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/sao-jose-do-egito/panorama>. Acesso em 08 de out. de 2019.

LEMOS, Inês Belotti. **Aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis e análise comparativa dos métodos de dimensionamento de reservatório propostos pela NBR 15527:2007**. UFRJ/ Escola Politécnica, 2017. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10020878.pdf>. Acesso em 13 de set. de 2019.

LIMA, M. G. M., MELO, D. F., OLIVEIRA, H., SOUZA, F. G., NETO, J. D. **Dimensionamento de reservatório de água pluvial: Uso do método de Azevedo Neto para residência unifamiliar**. II Workshop internacional- Sobre água no semiárido Brasileiro, 2015. Disponível em: https://editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/TRABALHO_EV044_MD4_SA6_ID407_10092015230211.pdf. Acesso em 14 de set. de 2019.

LOPES, A. P. G., MIRANDA, D. A. **Análise crítica de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial estudo comparativo dos municípios de Belo Horizonte (MG), Recife (PE) e Rio Branco (AC)**. (SCI. CUM IND.), V.4, N. 2, 87 —91 2016. Disponível em: https://siambiental.ucs.br/congresso/getArtigo.php?id=375&ano=_quinto. Acesso em 27 de ago. de 2019.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. São Paulo, 2004. 159 p. Disponível em: <http://observatorio.faculdadeguanambi.edu.br/wp-content/uploads/2015/07/May-2004.pdf>.

Acesso em 13 de set. de 2019.

MENDONÇA, E. A. Análise da precipitação nas mesorregiões do Estado de Pernambuco. 2016. 106 f. Tese (Doutorado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2016. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFCG_dc874c828e68c183ebc5a9ba8108cb9d. Acesso em 01 de dez. de 2019.

MORAIS, V. M., FREITAS, F. L. A., ARRUDA, I. A., AMORIM, J. D. C., MARACAJÁ, P. B. **Tecnologias de convivência com o Semi-árido, alternativas viáveis para a agricultura familiar no Oeste do Rio Grande do Norte**. GVAA, 2009. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/453/474>. Acesso em 13 de set. de 2019.

MOURA, M. S. B., ALMEIDA, H. A. **Potencial de captação de água da chuva: Alternativa das cisternas calçadão em Barra de Santana, PB**. II Workshop internacional- Sobre água no semiárido Brasileiro, 2015. Disponível em: https://editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/TRABALHO_EV044_MD4_SA6_ID8_10092015132240.pdf. Acesso em 27 de ago. de 2019.

NASCIMENTO, T. V., FERNANDES, L. L., YOSHINO, G. H. **Potencial de aproveitamento de água de chuva na Universidade Federal do Pará – Belém/PA**. REMOA v. 15, n.1, 2016, p.105-116. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/19394>. Acesso em 16 de set. de 2019.

NUNES, Juliana Gervásio. ANÁLISE DA CONCEPÇÃO E COMPORTAMENTO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM OPERAÇÃO. Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal de Mato Grosso. Campus Cuiabá, 2016. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/agua-de-chuva-ufmt/>. Acesso em 13 de set. de 2019.

OLIVEIRA, T. D., CHRISTMANN, S. S., PIEREZAN, J. B. **Aproveitamento, captação e (RE) uso das águas pluviais na arquitetura**. Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto- GEDECON. v.2, n.2, (2014). Disponível em:

<http://revistaelectronica.unicruz.edu.br/index.php/GEDECON/article/view/1933/497>. Acesso em 16 de set. de 2019.

PAIVA, A. L. D., ALECRIM, F. B., COSTA, C. S., FERRARI, E. J., SANTOS, L. A., LOPES, R. S., ARRUDA, T. M., SUARES, V. S. **Estimativa da captação de água da chuva através da coleta de dados pluviométricos no campus IFBA- Eunápolis**. Revista PINDORAMA, Eunápolis, BA, v9, n.9, Abril-Maio-2019.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of occurrence of wet and dry years over a large continental area**. Boulder-CO: Colorado State University, 1966. (Hydrology Papers, 12).

REGELMEIER, F. A., KOZERSKI, C. E. **Aproveitamento de água da chuva em zonas rurais: Captação e Reservação**. XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento, 2015. Disponível em: <http://www.trabalhosassemae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/218/363/t363t5e1a2015.pdf>. Acesso em 13 de set. de 2019.

SILVA, R. C. **O potencial de captação de água de chuvas: uma proposta para o uso da modelagem matemática**. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/4660>. Esp. Ens. Ciências da Natureza e Matemática, 2018. Acesso em 14 de set. de 2019.

SILVA, V. M. A., PATRÍCIO, M. C. M., RIBEIRO, V. H. A., MEDEIROS, R. M. **O desastre seca no Nordeste brasileiro**. In: Polêmica, 02, 2013, UERJ. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/6431>. Acesso em 27 de ago. de 2019.

SILVA, R. M., SILVA, L. P., MONTENEGRO, S. M. G. L., SANTOS, C. A. G. **Análise da variabilidade espaço-temporal e identificação do padrão da precipitação na bacia do rio Tapacurá, Pernambuco**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, 22 (2): 357-372, ago, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n2/a10v22n2>. Acesso em 09 de set. de 2019.

SOUZA, I. F., LUNDGREN, W. J. C., NETTO, A. O. A. **Comparação entre distribuições de probabilidades da precipitação mensal no estado de Pernambuco**. Scientia Plena, vol. 6, num. 6, 2010. Disponível em: <https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/105/35>. Acesso em 09 de set. de 2019.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água da chuva**. Livro Digital, 2015. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/358454909/Aproveitamento-de-Agua-Da-Chuva-Livro-Plinio-Thomaz>. Acesso em 13 de set. de 2019.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. Livro digital, 2009. 278p. Disponível em: <https://docplayer.com.br/1223588-Aproveitamento-de-agua-de-chuva-em-areas-urbanas-para-fins-nao-potaveis.html>. Acesso em 14 de set. de 2019.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis: Diretrizes básicas para um projeto**. Disponível em: http://abcmac.org.br/files/simposio/6simp_plinio_agua.pdf. Acesso em 16 de set. de 2019.

VASCONCELOS, L. F., FERREIRA, O. M. **Captação de água de chuva para uso domiciliar: Estudo de caso**. UFSC, 2006. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/captacao-de-agua-de-chuva-para-uso-domiciliar/4839574/>. Acesso em 27 de ago. de 2019.

VIEIRA, Z. C., RIBEIRO, S. N., JUNIOR, C. G. S. **ESTIMATIVA DA ECONOMIA GERADA PELO USO DE ÁGUA PLUVIAL EM INSTITUIÇÃO DE ENSINO DE POMBAL – PB**. RESAG, 2015. Disponível em: http://www.resag.org.br/congressoresag2015/anais/img/pdfs/poster_69.pdf. Acesso em 14 de set. de 2019.

XAVIER, T. de Ma. B.S. **Tempo de Chuva – Estudos Climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional**, ABC Editora, Fortaleza-Ceará, 478 pp. (2001).