



IV-23 – APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA- ESTUDO DA VIABILIDADE NO MUNICÍPIO DE MANACAPURU-AM COMO SUPORTE AO USO DO RECURSO HÍDRICO.

Katriane Monteiro da Cunha⁽¹⁾ José Camilo Ramos de Souza⁽²⁾

Engenheira Civil pela Universidade do Estado do Amazonas – UEA. Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Profª pela Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

José Camilo Ramos de Souza Licenciado e Bacharel em Geografia - Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Mestre em Educação - Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Doutor em Ciências (Geografia Física) - Universidade de São Paulo - USP

Endereço⁽¹⁾: Av. Djalma Batista, 2010 - Chapada, Manaus - AM, 69050-010- Brasil- Tel: (92) 99152-6701 e-mail: katrianemonteiro@gmail.com

Endereço⁽²⁾: Rua Paraíba, 13 – Palmares, Parintins-AM 69.153-010- Tel: (92) 99475-7092 - e-mail: jcamilodesouza@gmail.com

RESUMO

Os recursos hídricos referem-se às fontes de água disponíveis em uma determinada região. Essas fontes de água incluem rios, lagos, reservatórios, aquíferos subterrâneos e outros corpos de água que fornecem água doce para consumo humano, agricultura, indústria e ecossistemas. Este trabalho buscou dimensionar um sistema para o aproveitamento de água de chuva - estudo da viabilidade no Município de Manacapuru -AM como suporte ao uso do recurso hídrico. O objetivo principal da pesquisa foi avaliar o potencial dos benefícios das águas de chuvas como suporte à Gestão dos Recursos Hídricos, visando economia de água, redução dos impactos ambientais e utilização para finalidade não nobre em residências na área rural na Amazônia. Toda pesquisa teve como suporte teórico: LEI N° 9.433/1997, LEI N° 14.546/2023, LEI N° 1.192/2007, o dimensionamento do reservatório para utilização da água da chuva no projeto arquitetônico em residência unifamiliar, pelos métodos previstos nas diretrizes NBR 15527/2019 e NBR 10844/1989 e pelo Software Netuno 4.0 foram satisfatórios. Os dados pluviométricos de dez anos, dez anos do 2013 a 2022 do Município de Manacapuru – AM, o volume ideal do reservatório para o consumo para fins não potável, a demanda de água da chuva analisada foi de 17.425,58L, cuja a demanda foi de aproximadamente de 80% do consumo de água da chuva no Projeto Arquitetônico da Residência Unifamiliar, utilizando apenas 0,28% L/hab.dia. Com a implantação do sistema aproveitamento da água chuva com o suporte ao uso do recurso hídricos, foi possível verificar uma economia anual de 7.512.00 (R\$/ m³) na taxa de água fornecida pelo Sistema de Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). Portanto, podemos destacar que os sistemas de aproveitamento da água da chuva podem gerar um impacto muito positivo não só para Município de Manacapuru – AM, como também para todas as Residências de Área Urbana e Rural de todos o Estado do Amazonas, contribuindo na drenagem urbana, que causa muitos problemas em algumas cidades do interior do Amazonas. Além disso, o mais importante quando envolve a segurança hídrica e a sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Hídricos, Saneamento Básico, Usos múltiplos da água.

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos referem-se às fontes de água disponíveis em uma determinada região. Essas fontes de água incluem rios, lagos, reservatórios, aquíferos subterrâneos e outros corpos de água que fornecem água doce para consumo humano, agricultura, indústria e ecossistemas. A gestão adequada dos recursos hídricos é essencial para garantir o acesso contínuo e sustentável à água potável e para manter o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

Apesar da abundância de água na terra, muitas regiões enfrentam escassez devido ao aumento da demanda, poluição e mudanças climáticas. Isso levanta preocupações sobre o acesso a água limpa e segura no futuro.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



De acordo com Barboza Junior, P. C (2018), em 2006 o Governo do Amazonas deu início a uma proposta de aproveitamento de recursos pluviométricos em seu território, com a instalação de 80 sistemas de captação de água da chuva em ecossistema várzea, terra firme ou em moradias flutuantes localizadas no município de Manacapuru na RDS Piranha, tendo sido ampliada entre 2007/2009 com o programa PROCHUVA e, a partir de 2014, o programa ÁGUA PARA TODOS, que consistiu na implantação de sistemas do tipo domiciliar e comunitário em lugares localizados no interior do Estado.

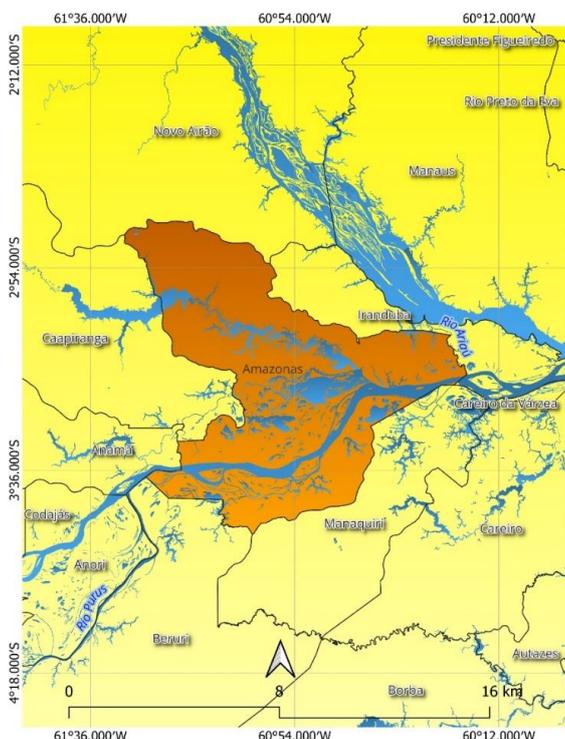
Logo então, o estudo do projeto de aproveitamento de água de chuva em residência unifamiliar no Município de Manacapuru – AM, pode contribuir nas comunidades ribeirinhas do Município estudado, como também nas comunidades amazônicas, obtendo um melhor entendimento sobre recuso da água da chuva e o saneamento básico no Estado do Amazonas. Sendo assim, é uma maneira eficiente e sustentável de conservar água potável, reduzindo a demanda sobre os recursos hídricos convencionais e ajudará a mitigar os efeitos da escassez de água em regiões propensas a isso.

O aproveitamento de água da chuva, também contribui com a diminuição de carga sobre o sistema de esgoto e tratamento de água, e pode resultar em economia de custos ao logo prazo.

Nesse contexto, o aproveitamento de água da chuva como suporte ao uso do recurso hídrico no Município de Manacapuru - AM, levanta questões da importância ambiental voltadas para o reuso da água de chuva, visando a viabilidade econômico/ambiental local, com a possibilidade de reduzir custos com água tratada e contribuir com o meio ambiente.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo da pesquisa foi realizada no município de Manacapuru - AM, que é uma região Metropolitana de Manaus do Estado do Amazonas, como mostra a Figura 11. Possui uma área de $7.329.234 \text{ km}^2$, densidade demográfica de $13,01 \text{ hab./ km}^2$, população é de 101 883 habitantes, clima tropical úmido, alto índice pluviométrico, sendo a terceira cidade município mais populosa do Estado do Amazonas, segundo o IBGE em 2022. Figura 1.



LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE MANACAPURU/AM



Fonte de Dados: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Organização: Katiane Monteiro da Cunha
Local e Data: Manaus, 03 de agosto de 2023



Figura 1: Mapa de Localização do Município de Manacapuru-AM.
Fonte: Autoria própria, 2023.

DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Foi analisada as séries históricas, utilizando informações sobre precipitações diárias, em milímetros, obtidos no município de Manacapuru - AM, que serão fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Os dados fornecidos incluem informações sobre precipitações diárias de dez anos, de 01 janeiro de 2012 a 31 de dezembro 2022, conforme Gráfico 1.

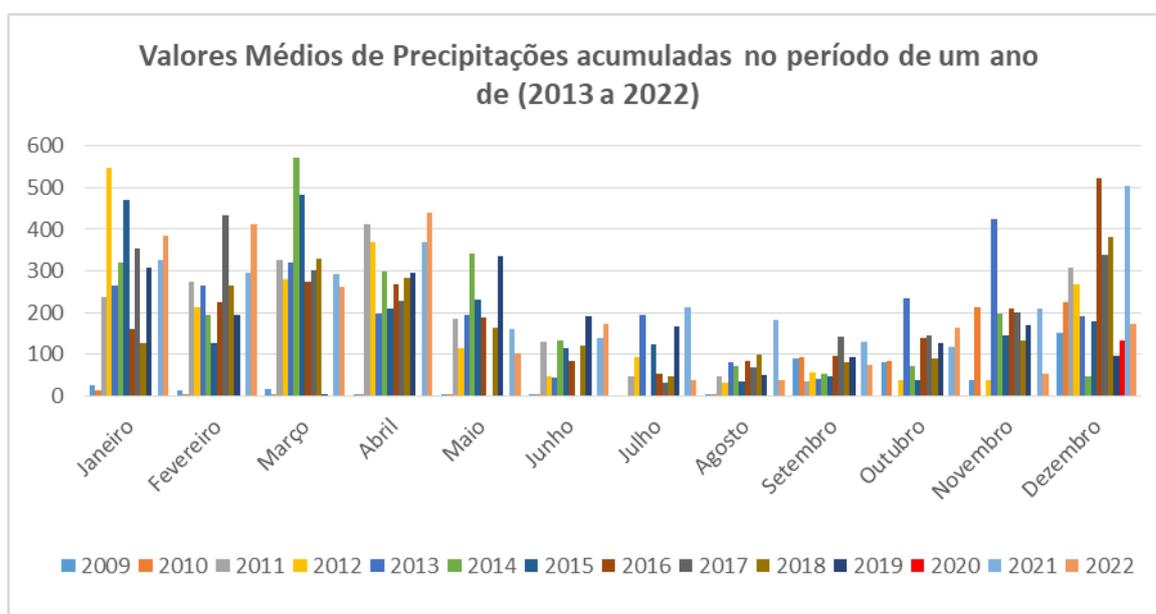


Gráfico 1: Precipitação média mensal de 2013 a 2022 – Manacapuru-AM
Fonte: INMET, 2023

PROJETO ARQUITETÔNICO DA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

O Projeto Arquitetônico da Residência Unifamiliar, para realização do estudo de viabilidade da implantação do sistema de aproveitamento da água da chuva do projeto arquitetônico unifamiliar, está de acordo com a Lei Nº 1.192, DE 31 DE DEZEMBRO DE 2017 DA CÂMARA MUNICIPAL DE MANAUS/ PRO-ÁGUAS.

ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O volume de água da chuva que pode ser aproveitado não é o mesmo precipitado, devido as perdas para o material do telhado, considerando-se também infiltração e evaporação. De acordo com Cartilha água de chuva INTRANET elaborada pela FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais (2016), o volume inicial de água descartado depende do tamanho de área de captação, sendo normalmente adotado o descarte de 1 a 2 mm de chuva para cada metro quadrado.

Logo então, o coeficiente de escoamento superficial, também chamado de Coeficiente de Runoff (C), varia de acordo com o material do telhado utilizado, conforme a tabela 1, de TOMAZ (2010), para o estudo foi utilizado como coeficiente de escoamento superficial de $C= 0.95$.

<i>MATERIAL</i>	<i>COEFICIENTE DE RUNOFF</i>
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Tabela 1: Coeficiente de Runoff.
Fonte: Adaptado de Tomaz, 2010.

VOLUME DE ÁGUA DA CHUVA DA ÁREA DE CAPTAÇÃO DO PROJETO.

O cálculo de volume da água de chuva que pode ser aproveitado foi realizado pela equação 1, conforme Tomaz (2010).

$$V = P \times A \times C \times \eta \text{ fator de Captação Eq. 1}$$

Sendo:

V= volume mensal, diário da água de chuva aproveitado;
P= precipitação média mensal ou diário (mm);
C= coeficiente de runoff = 0,95;
 η fator captação= eficiência do sistema de captação de água (0,5 a 0,9);
A= área do telhado em projeção (m²).

VAZÃO NA CALHA DA ÁREA DE CAPTAÇÃO DO PROJETO.

A NBR 10844/89 de Instalações prediais de águas pluviais, determina que para o cálculo da área de contribuição, deve-se considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura e às paredes, a ação do vento também deve ser considerada. A área de captação horizontal deve possuir uma inclinação mínima de 0,10% para garantir o escoamento até os pontos previstos para a realização da drenagem da água. Diante disto, para a vazão da calha serão seguidas as diretrizes da ABNT NBR 10844/89, dada pela equação 2.

$$Q = I \times A / 60 \text{ Eq. 2}$$

Sendo:

Q= vazão de pico (litros/min);
I= intensidade pluviométrica (mm/h); e
A= área de contribuição (m²).

DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO.

Para o dimensionamento do reservatório foi seguida as diretrizes apresentadas no anexo A, da ABNT NBR 15527/2019. Adotou-se a metodologias Método Prático do Professor Azevedo Neto, dada pela equação 3:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \text{ Eq. 3}$$

P é a precipitação média anual em milímetros (mm);
T é o número de meses de pouca chuva ou seca;
A é a área de coleta, em metros quadrados;
V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.



DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL

A demanda de água potável será realizada ao volume de água potável utilizada no projeto arquitetônico da residência unifamiliar, esse tipo de residência será considerado um consumo diário em litros por habitantes por dia. O programa Netuno irá oferecer a possibilidade do consumo da demanda fixa ou uma demanda variável. Nesse estudo, será considerada uma demanda fixa por ser em residência unifamiliar, por conseguinte, esse consumo terá uma variação relativa pequena ao longo do ano, sendo assim, essa variação será desconsiderada neste estudo.

Esses dados de demanda serão obtidos pelo banco de dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS (2021), que será utilizado os valores médios diários de consumo *per capita* de água para município de Manacapuru-AM.

De acordo com (VON SPERLING *et al.*, 2002), os números de consumo *per capita* por dia, mostram uma imensa variação de cada caso, portanto, essa variação pode ser afetada por diversos fatores como: a característica da rede (índice de micromedicação e índice de perdas) e clima, podendo assim, verificar a disponibilidade hídrica e nível econômico da população. Consequentemente, esta pesquisa não terá por objetivo estudos de casos.

DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL A SER SUBSTITUÍDA POR ÁGUA DA CHUVA

De acordo com a Lei Nº 1.192, DE 31 DE DEZEMBRO DE 2017 DA CÂMARA MUNICIPAL DE MANAUS/ PRO-ÁGUAS, no art. 16. A água das chuvas poderá ser captada nas edificações e encaminhada a um reservatório para ser utilizada, após o tratamento adequado, em atividade que não requeiram o uso de água potável, tais como:

- I. rega de vegetação, inclusive hortas;
- II. lavagem de roupa;
- III. lavagem de veículos;
- IV. lavagem de vidros, calçadas e pisos;
- V. descarga em vasos sanitários;
- VI. combate a incêndios; e
- VII. recarga de lençol freático.

Esse modo, para demanda de água potável a ser substituída por águas da chuva o estudo irá seguir Lei Nº 1.192, DE 31 DE DEZEMBRO DE 2017 de Manaus-AM, para o método de comparativo.

PROGRAMA DE SIMULAÇÃO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA

Para o desenvolvimento deste estudo será utilizado o software para simulação de sistemas de aproveitamento de água da chuva netuno, desenvolvido inicialmente por Ghisi e Três (2004). Neste programa, Netuno tem sido usado em vários estudos para determinar as potenciais economias produzidas pela implantação de SCAC em diversos tipos de edificações (BERWANGER; GHISI, 2014; CHAIB *et al.*, 2015; FASOLA; MARINOSKI, 2011; GHISI; SCHONDERMARK, 2013; SALLA *et al.*, 2013).

Este programa, tem sido validado e comparado com outros métodos de dimensionamento estabelecidos pela NBR 15527 (ABNT, 2019) em diferentes regimes pluviométricos do Brasil, obtendo resultados satisfatórios e mais adequados que estes outros métodos (ROCHA, 2009; RUPP; MUNARIM; GHISI, 2011). O programa Netuno está atualmente em a sua versão 4.0 e tem como objetivo determinar o potencial de economia no consumo do abastecimento de água usando água de chuva captada no lugar de aproveitamento.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Dos índices de precipitação pluviométrica, foi realizada a modelagem da série histórica de precipitação diárias de dez anos do 2012 a 2022 para o Município de Manacapuru-AM, obtidas através do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), conforme gráfico 2.

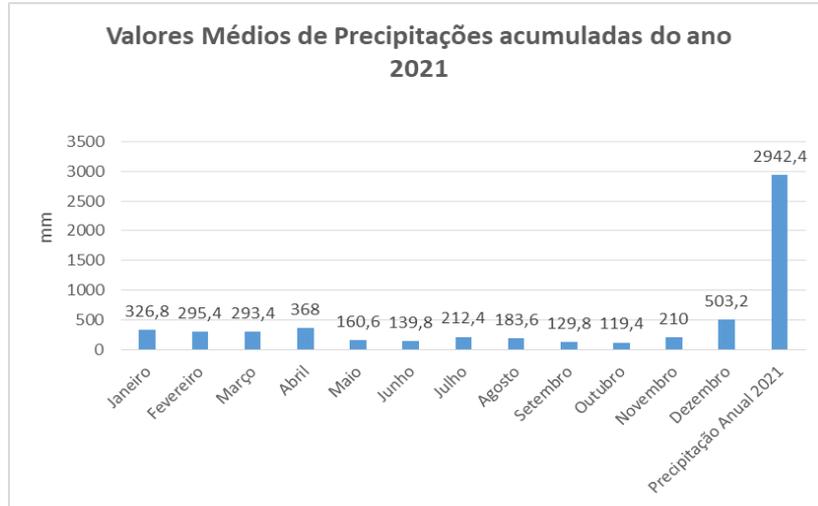


Gráfico 2: Precipitação média mensal de 2012 a 2022 – Manacapuru-AM.

Fonte: INMET, 2023

Para o cálculo do volume da água de chuva que poderá ser aproveitado e cálculo da calha, iremos utilizar ano mais chuvoso, que foi o ano de 2021, com a precipitação anual de 2942,4 mm e o mês dezembro, pois foi o mais chuvoso, com a precipitação média de 503,2 mm por dia, que será usado para este estudo.

PROJETO ARQUITETÔNICO DA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Foi idealizado um Projeto Arquitetônico de uma Residência Unifamiliar de um pavimento, com uma sala, uma cozinha, dois quartos, um banheiro social e uma varanda, com uma área total de 40,50 m². Conforme a Figura 2 da planta baixa do Projeto.

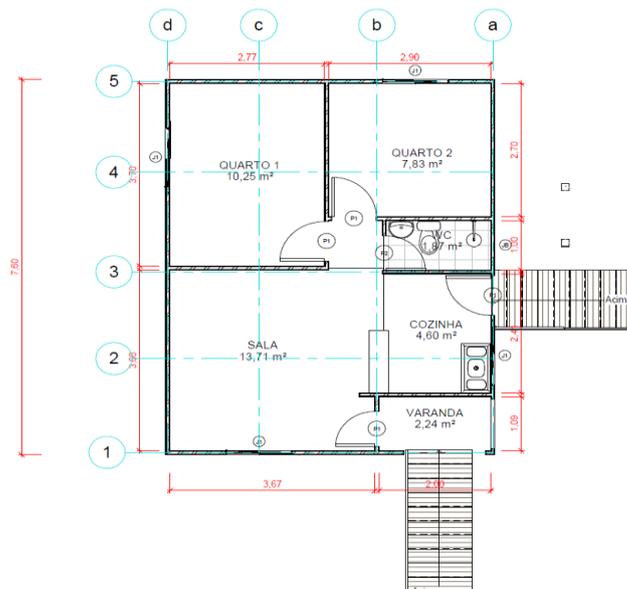


Figura 2: Planta baixa do projeto arquitetônico Unifamiliar

Fonte: Autoria Própria. (2023)

ÁREA DE CAPTAÇÃO DA ÁGUA DA CHUVA DO TELHADO

Foi realizado a elaboração do Projeto Arquitetônico em 3D da residência unifamiliar, que foi analisado o potencial de economia de água potável fornecida pelo SAAE do município de Manacapuru – AM, conforme a figura 3. O programa computacional Netuno irá determinar o dimensionamento do sistema para utilização da água da chuva.

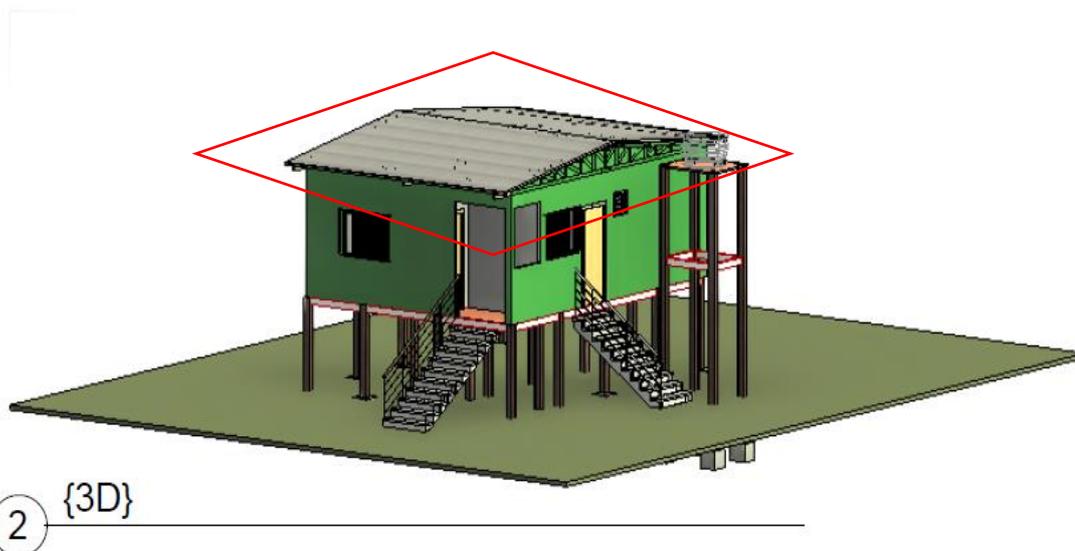


Figura 3: Planta 3D do Projeto Arquitetônico da Residência Unifamiliar. Fonte: Autoria Própria. (2023)

VOLUME DE ÁGUA CHUVA DA ÁREA DE CAPTAÇÃO DO PROJETO

O cálculo de volume da água de chuva que pode ser aproveitado da área de captação do projeto Residencial unifamiliar é de $40,50\text{m}^2$, sendo a precipitação mensal usada do Ano de 2021 do mês de dezembro é de $503,2\text{mm}$, aplicando na equação 1, conforme Tomaz (2010). Obtivemos o volume de água de chuva que pode ser aproveitado é de $17.425,58\text{L}$.

VAZÃO NA CALHA DA ÁREA DE CAPTAÇÃO DO PROJETO

Para a vazão da calha da área de Captação da Água da chuva do Projeto foram seguidas as diretrizes da ABNT NBR 10844/89, dada pela equação 2, logo então, a vazão do projeto é $20.379,6\text{ L/h}$.

DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Para o dimensionamento do reservatório foi seguida as diretrizes apresentadas no anexo A, da ABNT NBR 15527/2019. Adotou-se a metodologias Método Prático do Professor Azevedo Neto, dada pela equação 3. Logo então, o Reservatório adotado para este estudo será de 20 mil litros.

DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL



A demanda de água potável utilizada no projeto arquitetônico unifamiliar, de acordo com Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), o valor médio de demanda de água é de 148,2l/hab./dia, conforme Figura 4.



Figura 4: Consumo per capita de água por l/hab./dia.
Fonte: Adaptado pelo Site do Gov.br/SNIS. 2024

No plano de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Município de Manacapuru – AM, não se encontra a demanda *per capita* de água por l/hab./dia a fim de realizar e comparar o efeito que diferentes consumos podem causar na análise do potencial de economia de água potável. Foram analisados o consumo l/hab./dia para 3 moradores, estimados para o Projeto Arquitetônico Residência Unifamiliar para o estudo. Considerando o consumo diário para 12 meses, realizou-se o cálculo através da equação de Tomaz, 2010.

$$(L/hab./dia \times pessoas \times dias/1000) \text{ Eq. 4}$$

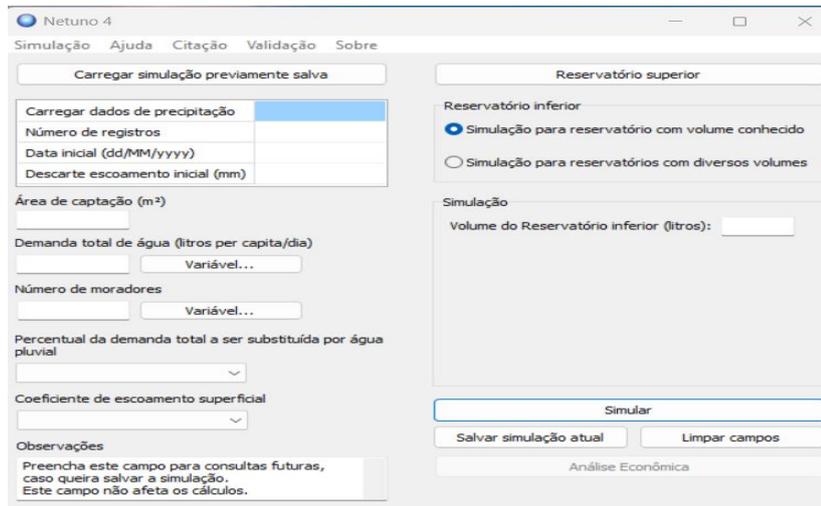
Considerando o consumo médio no Brasil de 148,2 L/ x 3 pessoas x 30 dias/ 1000 = 13,398 l/dia, o valor utilizado para demanda total de água (litros per capita/ dia) software para simulação de sistemas de aproveitamento de água da chuva netuno é de 444,6 l/dia.

DEMANDA DE ÁGUA POTÁVEL A SER SUBSTITUÍDA POR ÁGUA DA CHUVA

Para a demanda de água da chuva foram considerados três variáveis: 10%, 50% e 80% para efeito de comparação do consumo total de água. Os valores encontrados do uso final interno da água da chuva, foram um valor maior, um valor menor e também uma média, onde poderão ser utilizados em atividade que não requeiram o uso de água potável, tais como: rega de vegetação, inclusive hortas; lavagem de roupa; lavagem de veículos; lavagem de vidros, calçadas e pisos; descarga em vasos sanitários; combate a incêndios; e recarga de lençol freático de acordo com a Lei Nº 1.192, DE 31 DE DEZEMBRO DE 2017 DA CÂMARA MUNICIPAL DE MANAUS/ PRO-ÁGUAS.

SOFTWARE NETUNO DE SIMULAÇÃO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA

O software Netuno, na interface apresenta entradas de dados, conforme figura 5. No campo “Carregar dados de precipitação” deve realizar o upload de um arquivo climático, em formato “csv”, disponibilizado através do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, foram utilizados dados diários de precipitação diários em milímetros, obtidos no Município de Manacapuru-AM. Foi considerado o ano de 2021 mais chuvoso com a precipitação anual de 2942,4 mm e o mês mais chuvoso foi o mês de dezembro com a precipitação média de 503,2 mm por dia, sendo usado no presente estudo.



**Figura 5: Interface de entrada de dados do software Netuno.
Fonte: Software Netuno (Versão 4, 2014).**

O “número de registros” representa a quantidade de dados presentes no arquivo climático, a “data inicial” é a data que se deseja análise a partir do arquivo climático, e o “descarte de escoamento inicial (mm)” é o valor de descarte recomendado pela NBR 15527 (ABNT, 2019) de 2mm.

No campo “área de captação”, inseriu-se o valor em 40,50 m², obtido a partir da Planta de Cobertura Projeto Arquitetônico de Residência Unifamiliar, e no campo “demanda total de água” foi inserido o valor encontrado pela demanda total de água (litros per capita/ dia), descritas no item 6.6. O “número de moradores” utilizado para este estudo foi para 3 pessoas.

O valor do “percentual de demanda a ser substituída por água pluvial” foi 10%, 50% e 80% para cada cenário estudado de comparação do consumo total de água portátil. E no campo de “coeficiente de escoamento superficial” corresponde ao valor do material de calha que foi usada no projeto arquitetônico, que é do tipo Galvanizada. Portanto o coeficiente do escoamento superficial (runoff) foi considerado 0,9, conforme (TOMAZ, 2010).

Para as simulações realizadas neste estudo, no campo “Reservatório Inferior”, selecionou-se a simulação para reservatório com volume conhecido. O volume do Reservatório inferior definido foi de 20000 litros, encontrado no item 6.3.

Já no botão “Reservatório Superior”, abre-se uma janela, conforme figura 6. No qual é possível analisar a determinação da utilização ou não do reservatório superior. A função de reservatórios superiores é utilizada para a necessidade de cada cenário estudado.

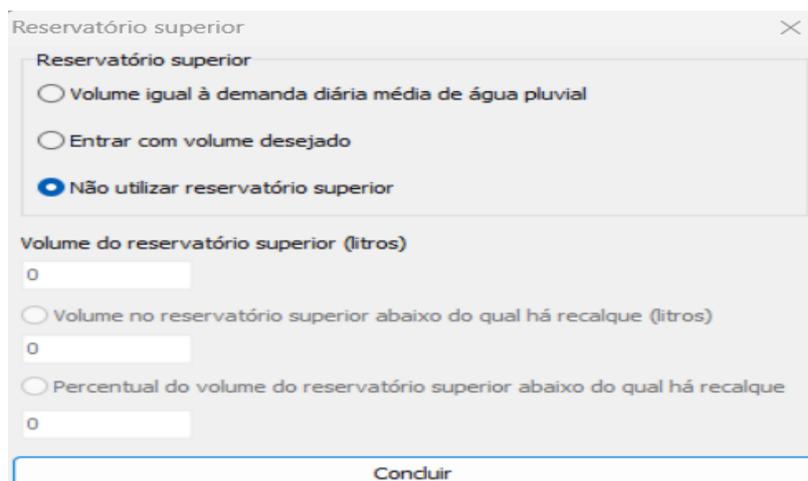


Figura 6: Janela de entrada de dados para “Reservatório superior”.

Fonte: Software Netuno (Versão 4, 2014).

Quando existem cenários de uso de água da chuva onde necessitam de descargas para distribuição da água, onde seu valor é definido em 1000L devido a existência de duas caixas d’águas com a mesma capacidade na cobertura de para cada residência.

Assim sendo, o cenário de uso da água da chuva para fins não potável, não tem a necessidade de reservatórios superiores.

SIMULAÇÃO DOS POTENCIAIS DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL SUBSTITUÍDA POR ÁGUAS DA CHUVA PELO SOFTWARE NETUNO

Dando a entrada de todos os dados é iniciada a simulação através do botão “simular”. Na tabela 2, estão os valores de entrada dos dados de simulação para o cenário estudados de 10% de substituição de água potável pela água da chuva.

Resultados do Software com 10% - L/Hab./Dia	
Potencial de economia (%)	9,87
Volume consumido médio de água pluvial (litros/dia)	0,130412
Volume consumido médio de água potável (litros/dia)	1,19095
Volume médio de água pluvial extravasado (litros/dia)	8,7599
Percentual de dias no período de análise em que a demanda de água é atendida	
Dias em que a demanda de água pluvial é atendida completamente (%)	98,71
Dias em que a demanda de água pluvial é atendida parcialmente (%)	0
Dias em que a demanda de água pluvial não é atendida (%)	1,29

Tabela 2: Dados de entrada no software Netuno.

Fonte: Autoria Própria (2024).

Analisando os valores da tabela 2, pode-se concluir que o potencial de utilização da água da chuva é de 9,87%. Os dias em que demanda de água pluvial é completamente atendida têm-se 98,71%, já a atendida parcialmente é de 0% e não atendida é de 1,29%. Portanto, o volume consumido médio de água potável em L/hab.dia foi de 1,19%.

Resultados do Software com 50% - L/Hab./Dia	
Potencial de economia (%)	49,35
Volume consumido médio de água pluvial (litros/dia)	0,652059
Volume consumido médio de água potável (litros/dia)	0,669301
Volume médio de água pluvial extravasado (litros/dia)	8,6291
Percentual de dias no período de análise em que a demanda de água é atendida	
Dias em que a demanda de água pluvial é atendida completamente	98,71
Dias em que a demanda de água pluvial é atendida parcialmente (%)	0
Dias em que a demanda de água pluvial não é atendida (%)	1,29

Tabela 3: Dados de entrada no software Netuno.

Fonte: Autoria Própria (2024).

Os valores da tabela 3, pode-se concluir que o potencial de utilização da água da chuva é de 49,35%. Os dias em que a demanda de água pluvial é completamente atendida, observa-se o valor de 98,71%, já a atendida parcialmente é de 0% e não atendida é de 1,29%. Portanto o volume consumido médio de água potável em L/hab.dia foi de 0,66%.

Resultados do Software com 80% - L/Hab./Dia	
Potencial de economia (%)	78,96
Volume consumido médio de água pluvial (litros/dia)	1,04329
Volume consumido médio de água potável (litros/dia)	0,278066
Volume médio de água pluvial extravasado (litros/dia)	8,51489
Percentual de dias no período de análise em que a demanda de água é atendida	
Dias em que a demanda de água pluvial é atendida completamente	98,71
Dias em que a demanda de água pluvial é atendida parcialmente (%)	0
Dias em que a demanda de água pluvial não é atendida (%)	1,29

Tabela 4: Dados de entrada no software Netuno de com cenários com 80%.

Fonte: Autoria Própria (2024).

Para os valores da tabela 4, pode-se concluir que o potencial de utilização da água da chuva é de 78,96%. Os dias em que demanda de água pluvial é completamente atendida tem-se 98,71%, já a atendida parcialmente é de 0% e não atendida é de 1,29%. Portanto o volume consumido médio de água potável em L/hab.dia foi de 0,27%.

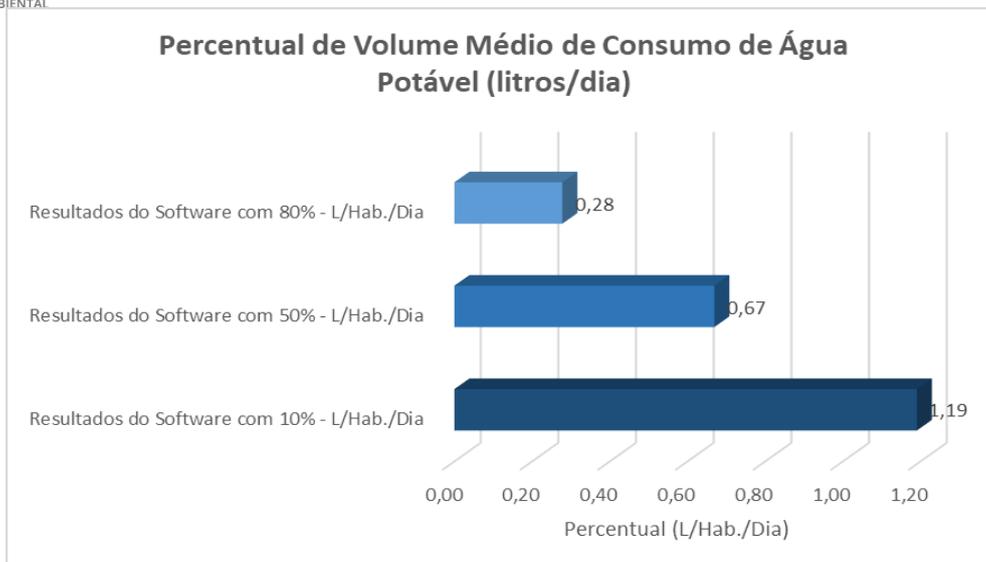


Gráfico 3: Percentual de Volume Médio de Consumo de Água Potável. Fonte: Autoria Própria (2024)

Analisando o gráfico 3, apresenta todos os cenários do Reservatório Dimensionando de 20000 litros, em que o cenário com 80% mostra a economia da água potável de 0,28%. O cenário com 50% mostra que a economia da água potável foi de 0,67%, já para o cenário de 10% trouxe uma economia de água potável de 1,19%.

Analisando, o melhor resultado foi com o cenário de 80% de percentual de volume médio do consumo de água potável, pois trouxe resultados interessantes para atender a demanda total a ser substituída por água da chuva. O que significa que o abastecimento com o uso da água potável deverá ser complementado com apenas 0,28% L/hab.dia para as atividades de fins não potável.

COMPARATIVO DOS DADOS DO CÁLCULO DA ECONOMIA DO CONSUMO ÁGUA FORNECIDA PELO SAAE

Foi analisada a economia de água potável para o Município de Manacapuru – AM, através dos dados do volume captado da água da chuva da área de Estudo, através da equação 5 (SILVA, *et. al* 2021).

$$EC \text{ tx. água} = Trm^3 * Vr_{\text{captado}} \text{ Eq. 5}$$

Onde:

CE= É o cálculo Econômico

Tr= Tarifa da água fornecida pela concessionaria local (SAAE)

Vr= É o Volume do Reservatório

Logo então, na taxa de água foi calculada multiplicando-se o valor cobrado por m³ pelo SAAE que é de 31,30 (R\$/ m³) pelo volume captado de 20000 Litros.

Portanto, o valor economizado por ano é de 7.512.00 (R\$/ m³) na taxa de água fornecida pelo Sistema de Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

CONCLUSÃO

A implantação de sistemas de aproveitamento da água da chuva no Estado do Amazonas é uma questão muito importante para gestão dos recursos hídricos. O Estado do Amazonas nesses últimos anos está sofrendo um grande impacto através das Mudanças Climáticas, como as grandes enchentes e estiagem.

Destaca-se que os sistemas de águas da chuva é uma alternativa de usos de água, tanto para fins não potáveis como potável desde que obedeça aos Parâmetros do Ministério da Saúde. O aproveitamento da água da chuva implantados na Área Urbana como nas Comunidades Ribeirinhas dos Municípios do Estado do Amazonas, poderá reduzir custos econômicos na taxa cobrada pelas concessionárias locais e também tem a acuidade na educação ambiental, gestão dos recursos, no saneamento básico e a sustentabilidade.



Através desta pesquisa foi estimado o potencial de economia de água potável obtido por meio da implantação do sistema de aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis no Município de Manacapuru – AM, com o suporte ao uso do Recurso Hídrico.

O dimensionamento do reservatório para utilização da água da chuva no projeto arquitetônico em residência unifamiliar, pelos métodos previstos nas diretrizes NBR 15527/2019 e NBR 10844/1989 e pelo Software Netuno 4.0 foram satisfatórios. Os dados pluviométricos de dez anos, dez anos do 2013 a 2022 do Município de Manacapuru – AM, o volume ideal do reservatório para o consumo para fins não potável, a demanda de água da chuva analisada foi de 17.425,58L, cuja a demanda foi de aproximadamente de 80% do consumo de água da chuva no Projeto Arquitetônico da Residência Unifamiliar, utilizando apenas 0,28% L/hab.dia. Com a implantação do sistema aproveitamento da água chuva com o suporte ao uso do recurso hídricos, foi possível verificar uma economia anual de 7.512.00 (R\$/ m³) na taxa de água fornecida pelo Sistema de Autônomo de Água e Esgoto (SAAE). Portanto, podemos destacar que os sistemas de aproveitamento da água da chuva podem gerar um impacto muito positivo, não só para Município de Manacapuru – AM, como também para todas as Residências de Área Urbana e Rural de todos o Estado do Amazonas, contribuindo na drenagem urbana, que causa muitos problemas em algumas cidades do interior do Amazonas. Além disso, o mais importante quando envolve a segurança hídrica e a sustentabilidade. E essa pesquisa está inserida entre os 17 objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) que é objetivo de número 6 é “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” e tem como Meta 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. A Meta 6.5 Até 2030 é implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Prof.Água, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº 2717/2015, e a Universidade do Estado do Amazonas – UEA, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2019
3. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**. Brasília, 2005. 12p. Disponível em: www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/arquivos/1%20-%20mcs_intro.pdf.
4. GHISI, E.; CORDOVA, M. M. Netuno 4 Manual do Usuário Florianópolis Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, UFSC,2014
5. MANAUS. Projeto de Lei N. 044 de 2015 institui a criação da Política Municipal de Captação, Armazenamento e Aproveitamento da Água da Chuva no Município de Manaus, e dá outras providências. **Câmara Municipal de Manaus**. Disponível em: < <http://www.icet.ufam.edu.br/wp-content/uploads/2015/11/Resolu%C3%A7%C3%A3o-044-2015.pdf>>.
6. SILVA, Bruno Augusto Souza Ramos da; SILVA, Joecilva Santos da; CUNHA, Katriane Monteiro da. Aproveitamento de águas pluviais - Estudo de caso: ESAT/UEA. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 24., 2021, Belo Horizonte. Anais [...]. Porto Alegre: ABRH, 2021, p. 4. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=13590>.
7. TOMAZ, PLÍNIO. **Água pague menos**: 4 atitudes básicas para economizar água. Ed: Plínio Tomaz. Dezembro, 2010.