

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO LUCAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**SALOMAO DOS SANTOS SANTANA
FELIPE BRASIL TEIXEIRA**

**CAPTAÇÃO E REUSO DA ÁGUA PLUVIAL EM UM EDIFÍCIO PÚBLICO NO
MUNICÍPIO DE PORTO VELHO – RO**

PORTO VELHO - RO

2021

**SALOMAO DOS SANTOS SANTANA
FELIPE BRASIL TEIXEIRA**

**CAPTAÇÃO E REUSO DA ÁGUA PLUVIAL EM UM EDIFÍCIO PÚBLICO NO
MUNICÍPIO DE PORTO VELHO – RO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a banca examinadora do
Curso de Engenharia Civil do Centro
Universitário São Lucas, como requisito
de aprovação para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Guilherme Silveira
Simões

PORTO VELHO - RO
2021

FICHA CATALOGRÁFICA

SALOMÃO DOS SANTOS SANTANA

FELIPE BRASIL TEIXEIRA

**CAPTAÇÃO E REUSO DA ÁGUA PLUVIAL EM UM EDIFÍCIO PÚBLICO NO
MUNICÍPIO DE PORTO VELHO – RO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a banca examinadora do
Curso de Engenharia Civil do Centro
Universitário São Lucas, como requisito
de aprovação para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Porto Velho, 01 de dezembro de 2021.

Resultado: Aprovados.

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Esp. Gabriel Silveira Simões

Membro Externo

Prof.º M.º Guilherme Silveira Simões

Centro Universitário São Lucas

Prof.ª M.ª Daiane Telles da Silva

Centro Universitário São Lucas

DEDICATÓRIA

Somos gratos à Deus, que em nenhum momento nos deixou fraquejar ou desistir desse trabalho, aos nossos pais, nossa família e professores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em primeiro lugar a Deus que iluminou nossos caminhos durante esta caminhada.

A todos os professores do curso que foram tão importantes em nossas vidas acadêmicas e no desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso.

Aos nossos pais e a toda nossa família pelo apoio recebido, nosso muito obrigado. Este trabalho é dedicado para todos vocês.

RESUMO

A sustentabilidade no setor da construção civil é um dos temas recorrentes nos novos empreendimentos que surgem no país, ações que garantam a redução dos impactos ambientais antes, durante e após o término da obra, ações essas como a reutilização de matérias primas, ou o não desperdício da mesma. Nesse sentido, os projetos devem apresentar viabilidade econômica e garantir um meio ambiente saudável para as presentes e futuras gerações. Assim, este estudo visa apresentar a proposta de captação e reuso de águas pluviais em um edifício público no município de Porto Velho-RO. Tendo em vista uma capacidade a frente das demais regiões, o norte do Brasil é caracterizado por apresentar abundância em recursos hídricos provenientes também do processo de precipitação. O período chuvoso denominado inverno amazônico compreende um espaço temporal de 6 meses do ano, no qual são comuns precipitações quase todos os dias. Diante do cenário apresentado a presente pesquisa se justifica com o objetivo de explorar um recurso natural pouco utilizado como alternativa secundária ao abastecimento de uma edificação pública. É importante ressaltar que mesmo a região possuindo abundância em recursos hídricos a utilização de águas pluviais como alternativa de abastecimento deve ser considerada principalmente por questões ambientais e econômicas. Trazendo ainda como benefício a redução do escoamento superficial, minimizando os problemas com enchentes um problema social comumente notável em dias de chuva no município de Porto Velho – RO. O reaproveitamento do uso das águas de chuva se apresenta como um projeto ecologicamente correto e viável economicamente, devido a sua eficiência desperta a busca de empreendedores para a potencialização do projeto. O custo-benefício desse tipo de sistema é viável tendo em vista a excelente pluviosidade da região na maioria dos meses do ano.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Água pluvial. Recursos hídricos. Construção civil. Reutilização. Abastecimento.

ABSTRACT

Sustainability in the civil construction sector is one of the recurrent themes in new projects that emerge in the country, actions that guarantee the reduction of environmental impacts before, during and after the completion of the work, actions such as the reuse of raw materials, or not waste of it. In this sense, projects must be economically viable and ensure a healthy environment for present and future generations. Thus, this study aims to present the proposal for capturing and reusing rainwater in a public building in the city of Porto Velho-RO. In view of a capacity ahead of other regions, the north of Brazil is characterized by presenting an abundance of water resources that also come from the precipitation process. The rainy season called Amazonian winter comprises a time span of 6 months of the year, in which precipitation is common almost every day. Given the scenario presented, this research is justified with the objective of exploring a natural resource that is little used as a secondary alternative to the supply of a public building. It is important to emphasize that even in the region with an abundance of water resources, the use of rainwater as a supply alternative should be considered mainly for environmental and economic reasons. Also bringing as a benefit the reduction of runoff, minimizing problems with floods, a social problem commonly noted on rainy days in the city of Porto Velho - RO. The reuse of the use of rainwater presents itself as an ecologically correct and economically viable project, due to its efficiency arousing the search for entrepreneurs to enhance the project. The cost-effectiveness of this type of system is viable considering the region's excellent rainfall in most months of the year.

Keywords: Sustainability. Rainwater. Water resources. Construction. Reuse. Supply.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo Hidrológico	22
Figura 2 - Escoamento superficial e subsuperficial.	23
Figura 3 - Enchente	24
Figura 4 - Saneamento básico: Porto Velho – 2010-2012.....	25
Figura 5 - Ábaco para identificação do diâmetro do condutor vertical.....	29
Figura 6 - Capacidade dos condutores horizontais de seção circular (Q em L/min) .	29
Figura 7 - Amostra dos artigos sobre captação e reuso de águas pluviais	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de água nas residências (pontos internos)	17
Tabela 2 - Métodos de dimensionamento	19
Tabela 3 - Coeficiente de Rugosidade.....	28

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVOS	14
2.1.	OBJETIVO GERAL	14
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3.	JUSTIFICATIVA	14
4.	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1.	SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DE CHUVAS	16
4.2.	CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE PORTO VELHO	20
4.3.	CONCEITO DE ÁGUA PLUVIAL	21
4.4.	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	22
4.5.	ENCHENTES DO RIO MADEIRA	23
4.6.	PROBLEMAS À SAÚDE CAUSADO PELAS ENCHENTES	24
4.7.	CÁLCULO DA AREA INCLINADA DO TELHADO	25
4.8.	INCLINAÇÃO DO TELHADO	26
4.9.	CÁLCULO DE VAZÃO	26
4.10.	DIMENSIONAMENTO DE CALHA.....	27
4.10.1.	CONDUTORES VERTICAIS	28
4.10.2.	CONDUTORES HORIZONTAIS	29
4.11.	CÁLCULO DO VOLUME DE CHUVA ESPERADO.	30
4.12.	CÁLCULO DO VOLUME DA CISTERNA.	30
4.13.	CÁLCULO DE CONSUMO	30
5.	METODOLOGIA.....	32
6.	RESULTADO E DISCUSSÃO	35
6.1.	ÁREA DE TELHADO.....	35
6.2.	INCLINAÇÕES DO TELHADO.....	35
6.3.	CALCULO DE VAZÃO	35
6.4.	CÁLCULO DE CONDUTORES HORIZONTAIS	36
6.5.	CÁLCULO DE CONDUTORES HORIZONTAIS	36
6.6.	VOLUME DE CHUVA POR DIA	37
6.7.	VOLUME DE CISTERNA	37
6.8.	CÁLCULO DE CONSUMO.....	37
7.	CONCLUSÃO	38

REFERÊNCIAS 39

ANEXOS..... 42

ANEXOS..... 43

Anexo A.....40

Anexo B.....41

1. INTRODUÇÃO

As modificações feitas pelo homem na natureza, principalmente nos grandes centros urbanos com as pavimentações de ruas, construção de calçadas, telhados ocasionam uma mudança regional no ciclo hidrológico (ZAIZEN, et al 1999). A água que cai no solo em forma de precipitação tem sua taxa de infiltração exageradamente reduzida, pela ausência ou redução dos vazios do solo, aumentando a vazão, o escoamento superficial e contribuindo para o efeito de inundações que podem trazer efeitos catastróficos nas estruturas urbanas (GOONETILLEKE, 2005).

Entre as vantagens de se utilizar a água da chuva pode-se citar a redução no consumo de água potável fornecido pela concessionária local, redução dos gastos financeiros consequentemente, preservação da água na natureza, minimização de enchentes, alagamentos e ainda evita um possível racionamento de água (MATOS, 2013).

A utilização da água de chuva pode substituir alguns usos da água menos nobres, como: descargas sanitárias, lavagem de carros e pisos, irrigação de jardins e até consumo nobre. Segundo (TOMAZ, 2005).

As praças e jardins são paisagens que fazem parte da população dos centros urbanos, todos estão acostumados a perceber esses jardins e esperam que os mesmos estejam sempre em ótimas condições. Porém para que isso ocorra é necessário que haja um grande investimento quanto as condições de manter esses parques, jardins e praças esses cuidados variam desde roçagem, elaboração de projetos paisagística, preparo do solo, limpeza e podas de jardins, manutenção dos jardins, acompanhamento e fiscalização da limpeza pública e é claro da implantação e ampliação da irrigação além da manutenção da irrigação desses locais (CABRAL,2009).

O projeto de reuso visa contribuir de forma positiva em contrapartida aos períodos de seca da região e poder utilizar a água armazenada para fins não potáveis e principalmente irrigação de jardins e área verde, que nos períodos de verão sofrem muito por falta de água. Podendo assim o sistema de reutilização, amenizar impactos financeiros e ecológicos, viabilizando a logística para atender essa demanda.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem por objetivo discutir e apresentar um sistema de captação e reuso de água pluvial, de modo que este reuso seja direcionado para fins não potáveis como por exemplo: irrigação de jardim, limpeza em geral, descarga sanitária e também contribuindo de certa forma para a diminuição de alagamentos.

2.2. Objetivos Específicos

- Discutir a utilização de águas pluviais em edificações públicas.
- Apresentar a economicidade do sistema de reutilização.
- Calcular a capacidade do reservatório.
- Calcular as vazões de cada telhado, através do projeto proposto.
- Dimensionar o sistema de coleta da água da chuva através da utilização de formulas propostas em NBR e revisões bibliográficas.

3. JUSTIFICATIVA

Justifica-se a pesquisa por se apresentar como um mecanismo viável economicamente e ambientalmente tendo em vista ser desenvolvido através de práticas que visam a sustentabilidade.

O reuso de águas das chuvas pode ser considerado como uma fonte alternativa para utilização em descarga sanitária, serviços gerais e jardinagem, que contribuirá diretamente para a redução do consumo de água tratada, sendo considerado um projeto um projeto ecologicamente correto (BARRETO, 2013).

O reservatório é um dos itens considerados de maior importância dentro desse sistema de captação de águas pluviais, deve ser construído de forma que garanta a sua viabilidade, tendo em vista ser um dos itens mais onerosos desse projeto (ANDRADE, 2017).

Um sistema de captação de águas pluviais proporciona a minimização do consumo em todo o mundo, o problema que permanece é quanto ao desperdício de grandes volumes de água potável. Os sistemas de aproveitamento de água pluvial são formados basicamente pela área de captação (geralmente coberturas), os componentes de transporte (calhas e condutores verticais) e o reservatório (BARRETO, 2013, p.19).

Assim, a proposta de instalação de um sistema de captação de águas pluviais em um órgão público no município de Porto Velho, têm a sua relevância social, política e econômica em relação ao potencial de chuvas na região com altos índices de pluviosidade (NASCIMENTO; FERNANDES; YOSHINO, 2016).

Vários estudos com a proposta de soluções alternativas para reduzir o desperdício de água potável estão sendo realizado nos últimos anos. Propostas de captação e reuso de águas pluviais se expandem pelo país afora, tendo em vista se tratar de um recurso natural e com altas taxas pluviométricas na maioria das regiões do país (NASCIMENTO et al, 2016). Nesse contexto, os conceitos relacionados justificam a apresentação de um sistema de captação de águas, por se mostrar como uma ferramenta viável, pois o consumo da água em um prédio público na sua maioria não são para utilização potável e vai de encontro aos critérios estabelecido pela Instrução Normativa nº 01/2010 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão -MPOG, que busca a implementação da captação, do transporte, armazenamento e o aproveitamento das águas pluviais nas obras federais. (ROSA, 2018).

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS DE CHUVAS

Devido ao crescimento populacional principalmente na área urbana, ocorre nas grandes cidades do país uma diminuição da oferta de água com qualidade e disponível para o uso humano. Assim, o Serviço de Aproveitamento de Águas de Chuvas (SAAC) tem se destacado em meio aos novos empreendimentos (ANDRADE, 2017).

São inúmeros os benefícios desse sistema de captação da água da chuva, impactando diretamente na redução da infraestrutura para sistemas de drenagens e distribuição de água potável e preservação dos recursos hídricos (BASINGER et al, 2010).

Para Felten (2008), o aproveitamento da água das chuvas é uma das formas de sustentabilidade, tendo em vista a escassez de água doce no planeta e para os diversos fins que não precisam especificamente de tratamento.

Na Alemanha, assim como em outros países industrializados, a população e o poder público estão empenhados no apoio a captação das águas pluviais, objetivando-se assim, conservar os mananciais subterrâneos, sendo este o recurso que se utiliza para abastecer a população na maioria das vezes (BARRETO, 2013).

O funcionamento de um sistema de coleta e aproveitamento de água de pluvial consiste de maneira geral, na captação da água da chuva que cai sobre os telhados ou lajes da edificação. A água é conduzida até o local de armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Em alguns sistemas é utilizado dispositivo para desviar as primeiras águas de chuva. Após passar pelo filtro, a água é armazenada geralmente em reservatório enterrado (cisterna), e bombeada a um segundo reservatório elevado, do qual as tubulações específicas de água pluvial irão distribuí-la para o consumo não potável (MAY, 2004).

Em alguns municípios brasileiros foram criadas leis municipais estabelecendo a obrigatoriedade ou incentivos para a construção de sistema de captação em obras novas, para armazenamento, conservação e respectivamente a sua utilização (BENTO et al, 2012). Nesse sentido, Bento et al., leciona que:

Além disso, é considerado um mecanismo de fácil manuseio, implantação e manutenção, constituindo também uma alternativa

econômica para preservar a água potável devido a variabilidade de materiais disponíveis no mercado. Por fim, a implantação de coletores de água de chuva são opções viáveis principalmente em locais onde há déficit hídrico e em locais onde há problemas com enchentes, contribuindo para redução da pressão sob os recursos naturais, em especial, a água potável (BENTO et al, 2012, p. 6).

Historicamente, existiam muitos reservatórios para aproveitamento das águas pluviais em todo o mundo. Alguns sistemas provavelmente de 2.000 a.C. em Israel, África e Índia. Na região do Mediterrâneo, têm registro do sistema que foi utilizado no Palácio de Knossos (1700 a.C). Ainda, outros sistemas encontrados na Sardenha, que datam de 6-7 a.C e na Europa, há provas documentais da existência da captação de água em Veneza que foram bem antes do século XVI (ANDRADE, 2017). Na verdade, exemplos de sistema de captação de águas de chuvas podem ser encontradas em várias partes do mundo, tendo a prática sido abandonada em algumas culturas por conta do desenvolvimento de tecnologias na captação e distribuição de água para a população (SOUZA, 2018).

O consumo de água tratada é muito grande no Brasil, de acordo com estudos de Barreto (2008) que identificou o consumo diário das residências localizadas na zona oeste da capital paulista, conforme se pode observar na tabela 4.

Tabela 1 - Consumo de água nas residências (pontos internos)

Atividade por equipamento (ponto de utilização)	Consumo em percentuais
Chuveiro	13,9%
Torneira da pia	12,0%
Máquina de lavar	10,9%
Tanquinho	9,2%
Torneira de tanque com saída para máquina	8,3%
Caixa acoplada	5,5%
Torneira de tanque	5,4%
Torneira de lavatório	4,2%
Outros usos	30,6%

Fonte: próprio autor, 2021 (baseado em estudos de Barreto, 2008)

Buscou através desses estudos demonstrar a forma de utilização da água nas residências urbanas, tendo em vista a grande aglomeração nos grandes

centros, diante disso o consumo da água passou a ser tratado com ações de controle de forma a manter o equilíbrio dos mananciais (BARRETO, 2008).

No Brasil, o Código de Águas, instituído pelo Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934 é considerado uma das leis mais bem elaborada do planeta, tendo em vista que muitos países têm adotado princípios e instrumentos de gestão ambiental que já tinha previsão no referido código brasileiro (BARRETO, 2013). A propósito, na primeira metade do século XIX as águas eram consideradas recursos naturais renováveis e a legislação trouxe o conceito de águas pluviais:

TÍTULO V – ÁGUAS PLUVIAIS

Art. 102. Consideram-se águas pluviais, as que procedem imediatamente das chuvas.

Art. 103. As águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em sentido contrário.

Parágrafo único. Ao dono do prédio, porém, não é permitido:

1º, desperdiçar essas águas em prejuízo dos outros prédios que delas se possam aproveitar, sob pena de indenização aos proprietários dos mesmos;

(...)

Art. 104. Transpondo o limite do prédio em que caírem, abandonadas pelo proprietário do mesmo, as águas pluviais, no que lhes for aplicável, ficam sujeitas às regras ditadas para as águas comuns e para as águas públicas.

Art. 105. O proprietário edificará de maneira que o beiral de seu telhado não despeje sobre o prédio vizinho, deixando entre este e o beiral, quando por outro modo não o possa evitar, um intervalo de 10 centímetros, quando menos, de modo que as águas se escoem.

Art. 106. É imprescritível o direito de uso das águas pluviais.

Art. 107. São de domínio público de uso comum as águas pluviais que caírem em lugares ou terrenos públicos de uso comum.

Art. 108. A todos é lícito apanhar estas águas.

Parágrafo único. Não se poderão, porém, construir nestes lugares ou terrenos, reservatórios para o aproveitamento das mesmas águas sem licença da administração. (BRASIL, 1934).

Em relação a postura normativa, a qualidade da água pluvial precisa de caracterização para sua utilização potável ou não potável, a fim de obedecer aos critérios legais, pois, de uma região para outra, alguns fatores podem comprometer a qualidade deseja, isso pode ocorrer pelo processo de acidificação das águas de chuva ou mesmo pela contaminação direta com o sistema de captação (MAY, 2004; SALLA et al, 2013).

A NBR 15527/2007, apresenta os métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais conforme pode-se observar na tabela 2.

Tabela 2 - Métodos de dimensionamento

Métodos de cálculos para dimensionamento dos reservatórios	
A.1 Método de Rippl	Neste método podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias.
A.2 Método da simulação	Neste método a evaporação da água não deve ser levada em conta. Para um determinado mês, aplica-se a equação da continuidade a um reservatório finito: $S(t) = Q(I) + S(1-1) - O(I)$
A.3 Método Azevedo Neto	o volume de chuva é obtido pela seguinte equação: $v = 0,042 \times P \times A \times T$
A.4 Método prático alemão	Trata-se de um método empírico onde se toma o menor valor do volume do reservatório; 6 % do volume anual de consumo ou 6 % do volume anual de precipitação aproveitável.
A.5 Método prático inglês	o volume de chuva é obtido pela seguinte equação: $V = 0,05 \times P \times A$ onde: P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm)
A.6 Método prático australiano	o volume de chuva é obtido pela seguinte equação: $Q = A \times C \times (P - I)$

Fonte: ABNT, 2007

De acordo com May (2004), “os métodos utilizados para o dimensionamento do reservatório podem ser divididos em quatro grupos principais, segundo a forma de uso dos dados e a apresentação dos resultados”. Conforme nos demonstra Amorim e Pereira (2008):

- (a) métodos determinísticos: os dados referentes à precipitação pluviométrica e à demanda são analisados pela curva de massa;
- (b) métodos aproximados: baseados em relações empíricas conhecidas;
- (c) métodos de modelação: são também conhecidos como métodos de transição probabilística da matriz; e
- (d) métodos de análises de sistemas: sendo linear, não linear ou programação dinâmica (AMORIM & PEREIRA, 2008, p. 54-55)

Para Amorim e Pereira (2008) o método de dimensionamento é considerado um dos pontos mais complexos na implantação desse sistema de captação. O reservatório é a parte mais cara desse sistema e provavelmente tem sido o fator que impede disseminação desse sistema pelo país. À medida que cresce a população, o uso sustentável da água depende fundamentalmente da adaptação das pessoas ao ciclo da água. “O ser humano precisa desenvolver habilidades, conhecimentos, procedimentos e instituições para administrar o uso da água de forma integrada e abrangente, a fim de manter a qualidade do suprimento” (MAY, 2004, p. 14). Diferentemente do que ocorria no início do século XX, quando acreditavam que não precisa de preocupações acerca do uso

consciente da água, nas últimas décadas há a preocupação por parte da ciência em desenvolver projetos de sustentabilidade em relação ao uso da água.

4.2. CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS DE PORTO VELHO

Porto Velho, capital do Estado de Rondônia, sua história se confunde com a criação da Estrada de Ferro Madeira Mamoré no início do século XX. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) sua população estimada é de 511.219 habitantes, perfazendo uma densidade demográfica de 12,6 hab./km² (IBGE, 2016).

Para Silva et al (2017, p.475) “são crescentes as especulações de como as atividades humanas, econômicas e ambientais, tanto em nível global, como regional, influenciam o clima de uma determinada região”.

Dentre os principais fatores climáticos que promovem as variações no clima, especificamente no clima urbano, destacam-se: a latitude que controla o volume de insolação que um determinado lugar recebe; a altitude em relação ao nível do mar tendo influência direta na temperatura do ar e a orientação do sítio, devido à diferença de radiação solar incidente; os revestimentos do solo que podem ser corpos d'águas, vegetação ou revestimentos artificiais de urbanização produzindo implicações climáticas em escala local (BARBIRATO et al. 2007).

A temperatura média anual é de 25,6 °C, sendo setembro o mês mais quente (26,2 °C e julho o mais frio (24,6 °C), e ao mesmo tempo o mais seco (24 mm). O mês mais chuvoso do ano é de janeiro (321 mm), e a precipitação média anual ultrapassa 2 000 milímetros. Com 156 dias de chuva por ano em média, a umidade do ar é relativamente elevada durante o ano todo, com médias acima dos 80%, e o tempo médio de insolação é de aproximadamente 2 000 horas por ano, variando desde apenas 98 horas em fevereiro até 260 horas em julho. Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) estudos realizados entre os anos de 1961 a 1990 (SEMDESTUR, 2021).

De acordo com França (2015, p. 44), os índices pluviométricos da região amazônica se distinguem de outras áreas do planeta, apresentando uma média entre 2300 mm/ano a 5000 mm/ano, no Estado de Rondônia os índices ficaram entre 1300 mm/ano a 2600 mm/ano, de acordo com os estudos realizados entre 1981-2011.

De acordo com Tejas (2012, p. 26) “Porto Velho, RO apresenta características climáticas variada, por estar situada em uma região que apresenta dois períodos climáticos distintos e bem definidos”. Sendo o período de chuvas intensas no período de outubro a abril (inverno amazônico) e a estiagem (período mais seco) nos meses de junho, julho e agosto (verão amazônico), considera-se os períodos de maio e setembro como espaços de transição climáticas (TEJAS, 2012). Segundo Tejas (2012), O clima da cidade recebe algumas denominações quanto a sua classificação:

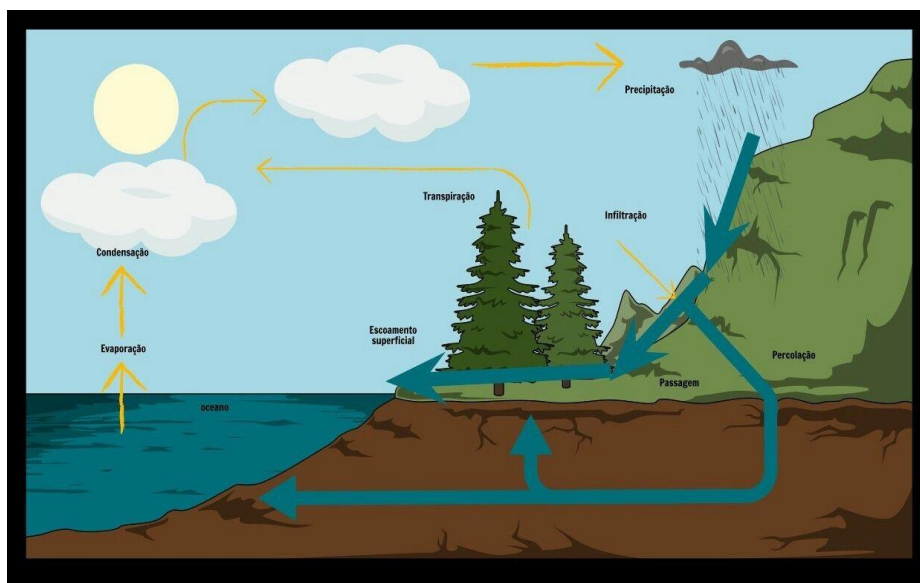
Köppen o apresenta como sendo do tipo Am (clima de monção com uma breve estação seca e chuvas intensas no restante do ano); Nimer (1989) diz tratar-se de um clima quente úmido com três meses secos do tipo tropical; Já Mendonça & Danni-Oliveira (2007) classificam-no como um clima equatorial com sub-seca (três meses secos), com influência da mEc e da ZCIT (TEJAS, 2012, p. 32)

Na verdade, alguns fatores influenciam no clima de cada cidade, fatores que irão definir a formação e a intensidade do calor, assim como o conforto térmico.

4.3. CONCEITO DE ÁGUA PLUVIAL

A água de chuva conhecida também como água pluvial, é a água proveniente da evaporação de gotículas de águas superficiais que em contato com o ar se condensam formando as nuvens e caem em forma precipitação líquida na superfície terrestre, captada após o escoamento por áreas de cobertura, telhados ou grandes superfícies impermeáveis. “Quando elas atingem tamanho necessário (gota) para vencer a resistência do ar, deslocam-se em direção do solo formando as precipitações” (VILLELA e MATTOS, 1975, p. 40 – 41).

Figura 1 - Ciclo Hidrológico



Fonte: Lobo, 2021

Zaizen et al. (1999) destacam os seguintes benefícios da utilização de água da chuva: controle da drenagem, prevenção de enchentes, conservação de água, restauração do ciclo hidrológico em áreas urbanas, e educação ambiental.

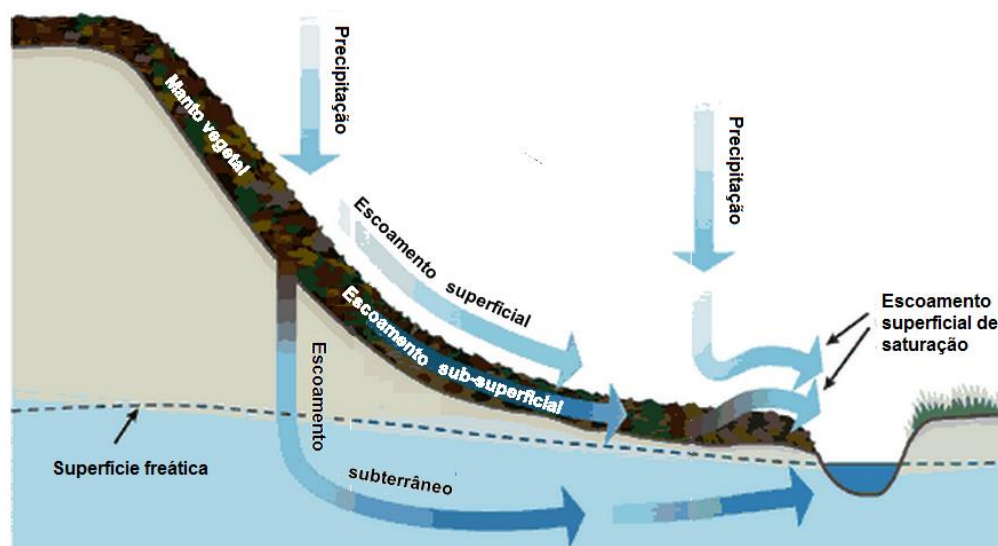
Silva e Tassi (2005) afirmam que, no caso da utilização de água da chuva, geralmente é feita a captação da precipitação que incide sobre uma superfície impermeável (normalmente telhado), e o armazenamento é feito em reservatórios ou cisternas. Esse armazenamento traz vantagens, não somente econômicas ao usuário, mas também sob o ponto de vista qualidade ambiental e de controle de enchentes urbanas, uma vez que essa água não é mais lançada na rede de drenagem pluvial.

4.4. ESCOAMENTO SUPERFICIAL

A água da chuva ao atingir a superfície terrestre, pode escoar na superfície, em subsuperfície ou subterraneamente. O predomínio e a importância relativa desses tipos de escoamento dependem da combinação de diversos fatores, em especial as condições climáticas, as características morfométricas, as condições bióticas e edafológicas e as atividades antrópicas (Bigarella, 2003).

Conforme Bigarella (2003), a água que não se infiltra na superfície do terreno continua a fluir vertente abaixo, até encontrar um solo mais permeável ou atingir um canal definido de drenagem, ou, eventualmente, um rio.

Figura 2 - Escoamento superficial e subsuperficial.



Fonte: Water Drop, 2021

A água da chuva ao atingir a superfície terrestre, pode escoar na superfície, em subsuperfície ou subterraneamente. O predomínio e a importância relativa desses tipos de escoamento dependem da combinação de diversos fatores, em especial as condições climáticas, as características morfométricas, as condições bióticas e edafológicas e as atividades antrópicas (Bigarella, 2003).

O escoamento superficial “é aquele que ocorre livremente na superfície terrestre sobre uma película de água aderida ao solo, enquanto o subsuperficial acontece dentro da parte vazia do solo, entre os grãos, partículas e materiais semi-decompostos relativamente soltos” (conforme Popolizio 1975 apud Bigarella, 2003, pg. 890)

4.5. ENCHENTES DO RIO MADEIRA

Os desastres ligados as enchentes resultam diretamente em danos humanos e materiais, perda de habitação e plantações, comprometimento de serviços, saneamento básico, transporte, distribuição de energia, disseminação de doenças e alimentos infectados (Franca, 2015). As famílias em situação de

vulnerabilidade social, sofrem ainda mais por falta de saneamento básico, tendo em vista que o estado de Rondônia é um dos piores nesse tema.

Figura 3 - Enchente



Fonte: Defesa Civil, 2018

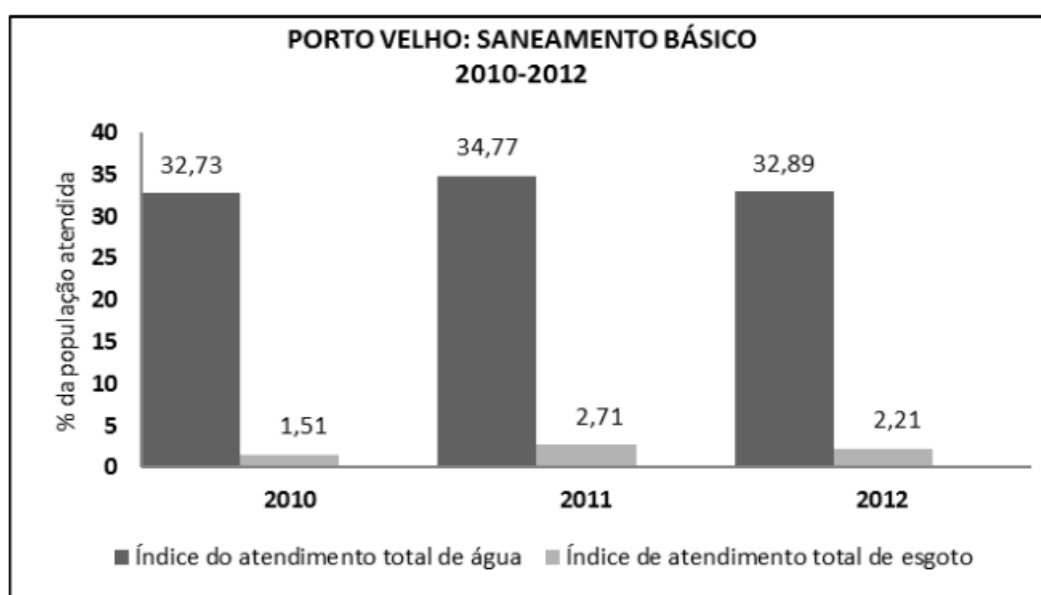
O Rio Madeira faz parte da Bacia Amazônica, rio de grande importância para o desenvolvimento do município de Porto Velho, mas no período de chuvas sofre com enchentes e algumas com grande impacto, como a ocorrida em dezembro de 2013 a abril de 2014. A enchente ocorrida nesse período, foi o resultado de altos montantes de chuva associada a fenômenos de elevação de temperatura da superfície dos Oceanos Pacífico-indico e atlântico sul tropical. Causando um aumento de temporais ocorridos na cabeceira do Rio Beni, afetando o sistema de drenagem Mamoré-Guaporé, deixando-o cheio. Reflexo que fez o município de Porto Velho entrar em estado de calamidade, que viu o nível do rio chegar na cota de alerta 14,19 m no dia 12 de janeiro, e chegar na sua cota máxima 19,74 m em 30 de março de 2014. Sendo a maior marca já registrada (Andres, 2017).

4.6. PROBLEMAS À SAÚDE CAUSADO PELAS ENCHENTES

A urbanização sem planejamento traz consigo uma série de problemas, pois com o processo de desenvolvimento impõe as grandes redes de abastecimento de água como solução para o suprimento domiciliar, fazendo que a água tratada e de qualidade chegue à população. Evitando assim a

proliferações de doenças. Mas com a falta de acesso a água e do esgoto tratado, apresentam riscos devido à contaminação de fontes de água (Oswaldo Cruz). O município de Porto Velho, como podemos observar (figura 5) a população sofre com a falta de acesso água e tratamento de esgoto, e com o crescimento populacional a falta desse serviço pode ocasionar um surto de doenças como leptospirose, diarreia e hepatite.

Figura 4 - Saneamento básico: Porto Velho – 2010-2012



Fonte: Instituto Trata Brasil

Durante a cheia ocorrida em 2014, milhares de famílias ficaram desabrigadas. E várias famílias tiveram o contato direto com as águas das inundações, fazendo que essa população ficasse exposta a doenças como leptospirose e diarreias. No município de Porto Velho, foi registrando um aumento de casos de leptospirose, nos meses de março, abril e maio. Período em que a inundação foi mais crítica. Além do aumento no caso de doenças diarreicas agudas, doença causa pela ingestão de alimentos contaminados (França, 2015).

4.7. CÁLCULO DA AREA INCLINADA DO TELHADO

A área do telhado, de acordo com a norma NBR 10488, calcula-se com a Equação 01:

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \cdot b \quad (1)$$

Onde:

A = área da superfície inclinada

a = cateto do triângulo

h = altura do triângulo

b = largura do telhado

4.8. INCLINAÇÃO DO TELHADO

A inclinação do telhado depende do tipo de telha escolhida, existem modelos que suportam maiores inclinações e outras que já não suportam por isso há uma norma regulamentadora imposta para cada tipo de telha. A NBR responsável por coberturas é a 5720. A inclinação mínima para qualquer telhado é de 25%, pois essa inclinação é ideal para que não haja problemas na cobertura. As telhas podem ser galvanizadas, ecológicas, cerâmica (barro), concreto, fibrocimento, vidro, metálicas e de policarbonato.

As telhas mais usadas em um canteiro de obras é a telha cerâmica que é regulamentada pela NBR 8039, ela suporta até uma inclinação de 36%, maiores inclinações que essas pode acarretar problemas, como por exemplo, goteiras.

4.9. CÁLCULO DE VAZÃO

Segundo a Norma NBR 10844/89 a vazão de projeto pode ser calculada pela Equação 3:

$$Q = \left(\frac{I \times A}{60} \right) \quad (2)$$

Onde:

Q = vazão de projeto, em L/min

I = intensidade pluviométrica, em mm/h

A = área de contribuição, em m²

Observação: Nos casos que a área do telhado é igual ou menor que 100 m², pode-se considerar I = 150 mm (NBR 10844).

4.10. DIMENSIONAMENTO DE CALHA

O dimensionamento da calha, segundo a norma NBR10844, deve ser realizado através da fórmula de Manning-Strickler (Equação 4), ou de qualquer outra fórmula equivalente:

$$Q = K \cdot \left(\frac{S}{n} \right) \cdot R h^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Onde:

Q = vazão de projeto, em L/min

S = área da seção molhada, em m²

n = coeficiente de rugosidade (Ver Tabela 3)

R = raio hidráulico, em m

P = perímetro molhado, em m

i = declividade da calha, em m/m K = 60.000

Tabela 3 - Coeficiente de Rugosidade

MATERIAL	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos.	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida.	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida	0,015

Fonte: NBR 10844

4.10.1. CONDUTORES VERTICAIS

Os condutores verticais são os que ficam anexados paralelamente à parede do imóvel. Segundo a norma NBR 10844, deve-se respeitar algumas especificações:

- Quando houver necessidade de desvio, devem ser usadas curvas de 90°.
- O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é 70 mm.
- O dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito a partir dos seguintes dados:

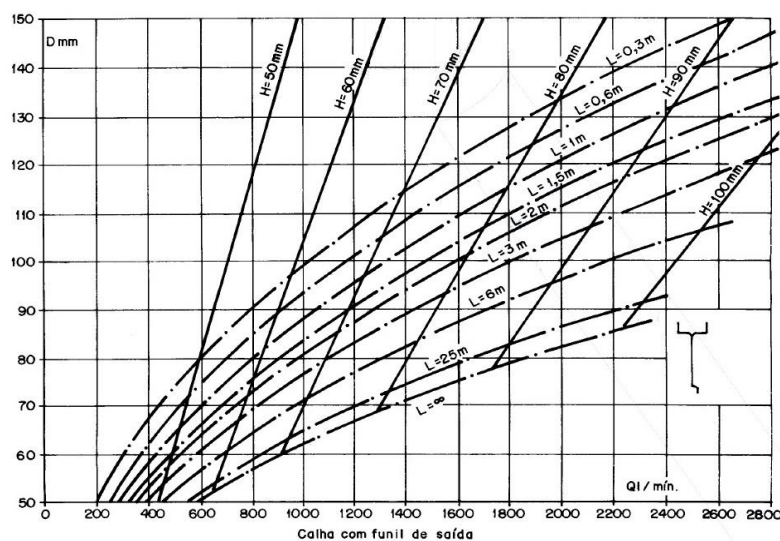
Q = vazão de projeto, em L/min

H = altura da lâmina de água na calha, em mm

L = comprimento do condutor vertical, em m

Procedimento: levantar uma reta vertical com início na vazão (Q) até interceptar as curvas da altura de lâmina (H) e comprimento do condutor vertical (L) correspondentes. No caso de não haver curvas com os valores explícitos de H e L , interpolar entre as curvas existentes. Transportar a intersecção mais alta até o eixo D . Adotar o diâmetro nominal cujo diâmetro interno seja superior ou igual ao valor encontrado. Analisamos o Ábaco da figura – 4 onde com as informações necessárias podemos identificar o diâmetro a tubulação a ser utilizada.

Figura 5 - Ábaco para identificação do diâmetro do condutor vertical.



Fonte: NBR 10844/19899

4.10.2. CONDUTORES HORIZONTAIS

Os condutores horizontais são os tubos que ficam paralelos ao chão. Segundo a norma NBR 10844, tem-se que respeitar algumas especificações:

- Os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%.
- O dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) do tubo.

Na figura – 6 têm-se as relações entre a rugosidade (n), a declividade (%), a vazão (Q) e o diâmetro a ser aderido para os condutores horizontais.

Figura 6 - Capacidade dos condutores horizontais de seção circular (Q em L/min)

Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: SPAP/NBR 10844

4.11. CÁLCULO DO VOLUME DE CHUVA ESPERADO.

De acordo com os dados coletados da cidade de Porto Velho - RO, tem-se uma precipitação média anual de 2216 mm. Podemos então, calcular o volume médio de chuva a ser coletado por ano com a equação 5:

$$V_{ch} = I_{anual} \cdot 0,95 \cdot A_c \quad (4)$$

Onde:

V_{ch} = volume médio de chuva coletada

I_{anual} = precipitação média anual

0,95 = eficiência do filtro

A_c = área de captação

4.12. CÁLCULO DO VOLUME DA CISTERNA.

Cálculo do volume da cisterna após a determinação do volume médio de chuva coletada, deve-se definir o volume (m³) da cisterna a ser utilizada para armazenamento da água proveniente ao reaproveitamento da chuva. através da Equação 5, obtida no livro Habitação autossuficiente: interligação e integração de sistemas alternativos:

$$V_c = (V_{chd} \cdot 20 \text{ sch}) + 10\% \text{ Evapotranspiração} \quad (5)$$

Onde:

V_c = Volume da Cisterna

V_{chd} = Volume médio de chuva diário

20 sch = 20 dias sem chuva

4.13. CÁLCULO DE CONSUMO

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a quantidade média de água que uma pessoa precisa é aproximadamente de 3,3 m³ /mês (110 litros/dia). No entanto, quase ninguém utiliza a quantidade correta de água, com

o desperdício o consumo passa a ser entorno de 200 litros/dia. Esses 200 litros/dia são divididos em:

54 Litros (27%) - para cozinhar e beber

50 Litros (25%) - para tomar banho e escovar os dentes

66 Litros (33%) - em descarga de banheiro

24 Litros (12%) - para lavagem de roupa

6 Litros (3%) - para outras tarefas (lavagem de carro, etc.). [Sabesp]

Os cálculos do consumo médio diário e do consumo médio mensal podem ser feitos considerando os dados acima e as equações 7 e 8:

$$Cd = n \cdot Ch \quad (6)$$

Onde:

Cd = consumo médio diário

n = pessoas por residência

Ch = consumo por habitante

$$Cm = N \cdot Cd \quad (7)$$

Onde:

Cm = consumo médio mensal

N = número de dias no mês

Cd = consumo médio diário

5. METODOLOGIA

A pesquisa científica, segundo Gil (2010), pode ser classificada quanto à sua natureza dos objetivos traçados; quanto à forma de abordagem do problema da pesquisa; quanto aos objetivos e quanto aos seus procedimentos técnicos que serão utilizados.

Quanto à forma de abordagem do problema, é classificada como uma pesquisa qualitativa de acordo com Dantas e Cavalcante (2011), seus objetivos são a observação, a descrição, a compreensão e o significado.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema, objetiva-se com a mesma, tornar o tema mais explícito ou construir hipóteses. Para Gonsalves (2003), a pesquisa exploratória:

“é aquela que se caracteriza pelo desenvolvimento e esclarecimento de ideias, com objetivo de fornecer uma visão panorâmica, uma primeira aproximação a um determinado fenômeno que é pouco explorado. Esse tipo de pesquisa também é denominado “pesquisa de base”, pois oferece dados elementares que dão suporte para a realização de estudos mais aprofundados sobre o tema (GONSALVES, 2003, p. 65)”.

Esse tipo de pesquisa envolve levantamento bibliográfico, análise de exemplos que estimulem a compreensão, assume em geral, forma de pesquisa bibliográfica.

Quanto aos procedimentos técnicos, é classificada como pesquisa bibliográfica, que se apresenta como um método que proporciona a síntese de conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática, determinando o conhecimento atual sobre uma temática específica, já que é conduzida de modo a identificar, analisar e sintetizar resultados de estudos independentes sobre o mesmo assunto. (SOUZA et al, 2010).

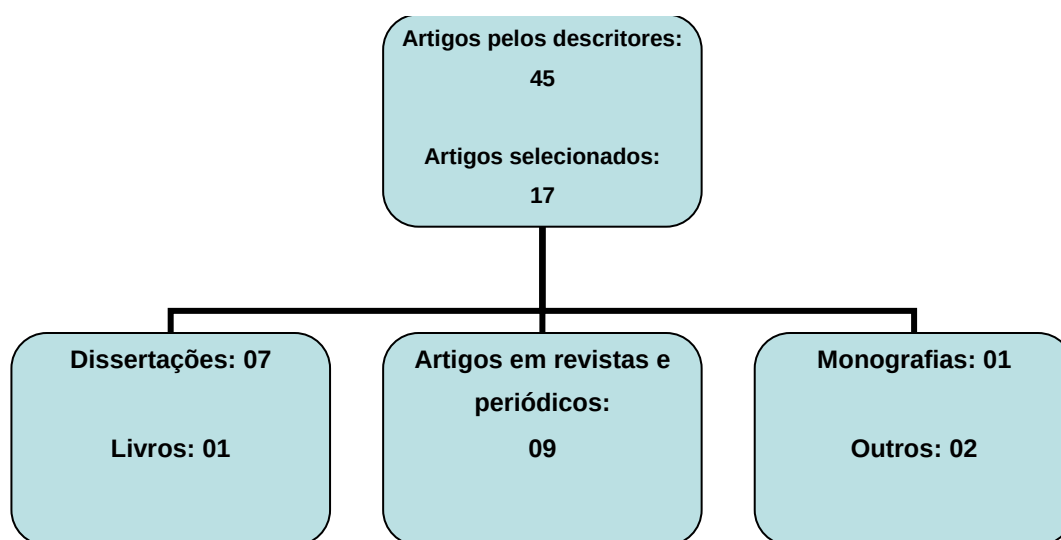
Realizou-se sob forma de revisão bibliográfica, sob consulta em livros e publicações em sites de publicações científicas e sites de publicações afins.

A seleção das literaturas foi restrita a trabalhos realizados no Brasil. Foram utilizados como critérios de inclusão os trabalhos publicados de acordo com o tema abordado, sendo excluídos os materiais publicados que não corroboravam com a temática proposta.

Para elaboração do presente estudo foi realizada consulta em artigos científicos e busca direcionada pelos descritores “captação e reuso de águas pluviais” que apontaram ocorrências na Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e outros que serão devidamente referendados nesta pesquisa.

A busca inicial a partir dos critérios apresentados resultou num total de 45 publicações. Foram apreciados e selecionados 17 estudos entre artigos em revistas, trabalhos de conclusão de curso, monografias e dissertações, dos quais foram excluídos: duplicatas, textos indisponíveis, artigos não relacionados ao tema, além de textos

Figura 7 - Amostra dos artigos sobre captação e reuso de águas pluviais



Fonte: Próprio autor

Os estudos foram selecionados de acordo com a relevância dos dados para a investigação proposta nos objetivos desta pesquisa. Os fundamentos teóricos que permitiram a interlocução com os dados estão pautados, entre outros em: Andrade (2017) Ferramenta gráfica para o dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de águas pluviais. Estudo de caso na região norte de Rondônia; Barreto (2008) Perfil do consumo residencial e usos finais da água; Barreto (2013) Proposta de um sistema de captação de águas pluviais para redução de custo com abastecimento: caso IFAM-CMC; Bento (2012) Cálculo para dimensionamento de amostrador de água da chuva com captação em telhado de banheiros no campus de

Ji-Paraná/Unir; Barbitaro et al. (2007) Clima e Cidade: A abordagem climática como subsídio para estudos urbanos; Basinger et al. (2010) A rainwater harvesting system reliability model based on nonparametric stochastic rainfall generator; Brandão (2018) ferramenta computacional para auxiliar a tomada de decisão sobre a implantação de sistemas de captação de águas pluviais; Cardoso (2018) Viabilidade econômica de sistemas de captação de água da chuva para fins não potáveis em dois prédios da Universidade Federal do Pará; Felten (2008) Análise quantitativa e qualitativa de água pluvial armazenada em cisternas para uso não potável; França (2015) Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011; May (2004) Estudos da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações; Reis (2019) Influência das condições de instalação do sistema predial de água pluvial nas soluções de drenagem na fonte; Salla (2013) Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade; Silva (2017) Tendência nas variáveis meteorológicas de Porto Velho-Rondônia; Sityá (2021) Viabilidade técnica e economia da captação de águas de chuva para uso em sanitários: um estudo de caso da UNIR, Campus Ji-Paraná; Souza (2018) Potencial de aproveitamento de água de chuva e reuso de águas cinzas na UFPE: estudo de caso do prédio da faculdade de medicina; Tejas (2012) Análise espaço-temporal do clima urbano da cidade de Porto Velho, RO; entre outros que serão devidamente referendados nesta pesquisa.

Dada a natureza dessa pesquisa e o objetivo de apresentar um sistema de captação de águas pluviais para reuso em um prédio público no município de Porto Velho, esse estudo se propôs através das literaturas pré-selecionadas demonstrar a importância desse projeto, tendo em vista estar pautada no princípio da sustentabilidade ambiental, pois, se propõe como alternativa à diminuição do consumo de água tratada para fins não potáveis.

6. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os cálculos demonstrados a partir do tópico 6.1 ao 6.8 tem como base a normativa brasileira NBR 15527 que regulariza o dimensionamento do sistema de captação de água pluvial.

6.1. ÁREA DE TELHADO

Cálculos para a situação estudada:

Telhado 1:

$$A=(35+4,5/2) \times (22) = 819,5 \text{ m}^2$$

Telhado 2:

$$A=(19+1,30/2) \times (6) = 117,9 \text{ m}^2$$

Telhado 3:

$$A=(10+1,30/2) \times (4,3) = 47,92 \text{ m}^2$$

Telhado 4:

$$A=(4+1,65/2) \times (12) = 57,9 \text{ m}^2$$

Telhado 5:

$$A=(5+1,70/2) \times (15) = 87,75 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = 1130,97 \text{ m}^2$$

6.2. INCLINAÇÕES DO TELHADO

$$\text{Telhado 1: } i=4,5/35 \text{ } i=0,12$$

$$\text{Telhado 2: } i=1,3/19 \text{ } i=0,06$$

$$\text{Telhado 3: } i=1,3/10 \text{ } i=0,13$$

$$\text{Telhado 4: } i=1,65/4 \text{ } i=0,41$$

$$\text{Telhado 5: } i=1,70/5 \text{ } i=0,34$$

6.3. CALCULO DE VAZÃO

Assim, efetuando os cálculos para a situação estudada:

$$\text{Telhado 1: } Q=(150 \times 819,5)/60 \quad Q=2.048,00 \text{ L/min}$$

$$\text{Telhado 2: } Q=(150 \times 117,9)/60 \quad Q=294,75 \text{ L/min}$$

Telhado 3: $Q=(150 \times 47,2)/60$ $Q=119,80$ L/min

Telhado 4: $Q=(150 \times 57,9)/60$ $Q=144,75$ L/min

Telhado 5: $Q=(150 \times 87,75)/60$ $Q=219,37$ L/min

Somatório de todas as vazões = 2.862,67 L/min.

6.4. CÁLCULO DE CONDUTORES HORIZONTAIS

A norma NBR 10844 exige um diâmetro mínimo para os condutores verticais de 75 mm, utilizou-se essa dimensão para o diâmetro da tubulação verificada.

Telhado 1: $Q= 2048,00$ H=30cm = 300mm L=35m

Diâmetro da tubulação = 250mm

Telhado 2: $Q= 294,75$ H=12cm = 120mm L=19m

Diâmetro da tubulação = 125mm

Telhado 3: $Q= 119,80$ H=12cm = 120mm L=10m

Diâmetro da tubulação = 75mm

Telhado 4: $Q= 144,75$ H=12cm = 120mm L=4m

Diâmetro da tubulação = 75mm

Telhado 5: $Q= 219,37$ H=12cm = 120mm L=5m

Diâmetro da tubulação = 125mm

6.5. CÁLCULO DE CONDUTORES HORIZONTAIS

Telhado 1: Declividade = 1% Rugosidade = 0,011 Vazão = 2350

Diâmetro do tubo horizontal = 250mm

Telhado 2: Declividade = 1% Rugosidade = 0,011 Vazão = 370

Diâmetro do tubo horizontal = 125mm

Telhado 3: Declividade = 1% Rugosidade = 0,011 Vazão = 204

Diâmetro do tubo horizontal = 100mm

Telhado 4: Declividade = 1% Rugosidade = 0,011 Vazão = 204

Diâmetro do tubo horizontal = 100mm

Telhado 5: Declividade = 1% Rugosidade = 0,011 Vazão = 370

Diâmetro do tubo horizontal = 125mm

6.6. VOLUME DE CHUVA POR DIA

Calculando Equação 5, temos:

$$V_{ch} = 2.216,00 \times 0,95 \times 1.130,91$$

$$V_{ch} = 2.380,918 \text{ m}^3/\text{ano} (198,40 \text{ m}^3/\text{mês} - 6,61 \text{ m}^3/\text{dia})$$

6.7. VOLUME DE CISTERNA

Calculando equação 6, assim adota-se uma cisterna de 150m³

$$V_c = (6,61 \times 20) + 10\% = 145,42 \text{ m}^3,$$

6.8. CÁLCULO DE CONSUMO

Calculando as equações 7 e 8:

$$C_d = 100 \times 50 \text{ l/dia} = 5000 \text{ l/dia}$$

$$C_d = 5,0 \text{ m}^3/\text{dia}$$

$$C_m = 31 \text{ dias} \times 5000 \text{ l/dia} = 155.000 \text{ l/mês}$$

$$C_m = 155,00 \text{ m}^3/\text{mês}$$

A substituição de consumo de água potável por água coletada da chuva é viável nos casos abaixo: tem-se uma economia na ordem de 36% que são os casos onde poderão ser utilizados a água da chuva.

- Descarga de banheiro – 33%
- Irrigação de jardins – 3%

$$C_{me} = 155,00 \text{ m}^3/\text{mês} - 36\% \text{ de economia}$$

$$C_{me} = 155,00 \text{ m}^3/\text{mês} - 55,8 \text{ m}^3/\text{mês}$$

$$C_{me} = 99,2 \text{ m}^3/\text{mês}$$

7. CONCLUSÃO

O volume de consumo da água potável que era de 155 m³/mês, teve uma redução de 36% após a utilização do sistema de captação de águas pluviais. Resultando em uma economia de 55,8 m³/mês de água potável.

Utilizando o preço do m³ da água da CAERD que é de (R\$ 5,43), observa-se uma redução na conta, que era de R\$ 841,65 para R\$ 538,65 ficando com uma economia de R\$ 303,00.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Vanessa Helena. **Ferramenta gráfica para o dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de águas pluviais. Estudo de caso na região norte de Rondônia.** 2017, 117p. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2249> Acesso em: 20 out 2021.

BARRETO, Douglas. Perfil do consumo residencial e usos finais da água. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.8, n.2 p.23-40, abr-jun, 2008.

BARRETO, Renato Costa Mena. **Proposta de um sistema de captação de águas pluviais para redução de custo com abastecimento:** caso IFAM-CMC.2013, 98p. Dissertação (Engenharia de Produção) – UFAM. Manaus, 2013. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/3864> Acesso em: 20 out 2021.

BENTO, Amanda Quinhones. et al. Cálculo para dimensionamento de amostrador de água da chuva com captação em telhado de banheiros no campus de Ji-Paraná/Unir. VII CONNEPI - **Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação.** Tocantins, 2012. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1675/1438> Acesso em: 20 out 2021.

BARBIRATO, G.M.; SOUZA, L. C. L.; TORRES, S. C. **Clima e Cidade:** A abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. 1. ed. Maceió: Edufal, 2007.

BASINGER, M; MONTALTO, F; LALL, U.A. A rainwater harvesting system reliability model based on nonparametric stochastic rainfall generator. **Journal of Hydrology.** v. 392, p. 105-118, 2010.

BRANDÃO, João Luiz Boccia. MARCON, Priscila. SIMCAP: ferramenta computacional para auxiliar a tomada de decisão sobre a implantação de sistemas de captação de águas pluviais. **Eng Sanit Ambient** | v.23 n.6 | nov/dez 2018 | 1027-1030 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/KPxxKSRn8hR3h6MRFT4L4xq/?lang=pt> Acesso em: 21 out 2021.

BRASIL. Decreto nº 24.643/1934. **Decreta o Código de Águas.** Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-publicacaooriginal-1-pe.html> Acesso em: 21 out 2021.

CARDOSO, Raisia Nicole Campos. **Viabilidade econômica de sistemas de captação de água da chuva para fins não potáveis em dois prédios da Universidade Federal do Pará.** 2018, 133p. Dissertação (Mestrado) – UFPA, Belém, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11194> Acesso em: 21 out 2021.

FELTEN, C.K. **Análise quantitativa e qualitativa de água pluvial armazenada em cisternas para uso não potável**. Foz do Iguaçu: UDC. 2008; Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Dinâmica das Cataratas, 2008.

FRANÇA, Rafael Rodrigues da. Climatologia das chuvas em Rondônia – período 1981-2011. **Geografias Artigos Científicos**. Belo Horizonte, Janeiro - Junho Vol.11 nº1, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/download/13392/10624/> Acesso em: 20 out 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 2016**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br.

LIMA, Abnael Machado de. A cidade. PMPV. **SEMDESTUR**. [2018?]. Disponível em: <https://semdestur.portovelho.ro.gov.br/artigo/24893/a-cidade> Acesso em: 21 out 2021.

MAY, Simone. **Estudos da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004, 189p. São Paulo, 2004. – Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/pt-br.php> Acesso em: 19 out 2021.

REIS, Ricardo Prado Abreu. ILHA, Marina Sangoi de Oliveira. Influência das condições de instalação do sistema predial de água pluvial nas soluções de drenagem na fonte. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 129-141, jan./mar. 2019.

SALLA, Marcio Ricardo. et al. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n.2, p. 167-181, abr-jun. 2013 Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/36788> Acesso em: 20 out 2021.

SILVA, Marcelo José Gama de. et al. Tendência nas variáveis meteorológicas de Porto Velho-Rondônia. **Journal of Environmental Analysis and Progress** V. 02 N. 04 (2017) 474-481. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/1478> Acesso em: 20 out 2021.

SITYÁ, Lucas. **Viabilidade técnica e economia da captação de águas de chuva para uso em sanitários**: um estudo de caso da UNIR, Campus Ji-Paraná. 2021, 102 p. Dissertação (Mestrado) – UNIR. Ji-Paraná, RO, 2021. Disponível em: https://www.ri.unir.br/jspui/bitstream/123456789/3197/1/Dissertacao_Versao_Lucas_Sitya__1_.pdf Acesso em: 22 out 2021.

SOUZA, Tays Maria Rosado de. **Potencial de aproveitamento de água de chuva e reuso de águas cinzas na UFPE**: estudo de caso do prédio da faculdade de medicina. 1018, 105p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – UFPE. Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/32585> Acesso em: 21 out 2021.

TEJAS, Graziela Tosini. **Análise espaço-temporal do clima urbano da cidade de Porto Velho, RO**. 2012, 121p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Fundação Universidade Federal de Rondônia / UNIR. Porto Velho, Rondônia, 2012. Disponível em: <https://www.ri.unir.br/jspui/handle/123456789/1101>

ANEXOS

ANEXO A – Planta de Cobertura



ANEXOS

ANEXO B – Implantação

