

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GUSTAVO COPPINI MARTINI

**SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO
POTÁVEIS: ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO NO
MUNICÍPIO DE CAPANEMA - PR**

PATO BRANCO

2022

GUSTAVO COPPINI MARTINI

**SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO
POTÁVEIS: ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO NO
MUNICÍPIO DE CAPANEMA - PR**

**RAINWATER HARVESTING SYSTEM FOR NON-POTABLE PURPOSES: STUDY
OF IMPLEMENTATION IN AN EDUCATIONAL INSTITUTION IN THE CITY OF
CAPANEMA - PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dr. Cleovir José Milani.

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GUSTAVO COPPINI MARTINI

**SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO
POTÁVEIS: ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO NO
MUNICÍPIO DE CAPANEMA - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 20/junho/2022

Cleovir José Milani
Doutorado em Engenharia - Área de Infraestrutura e Meio Ambiente
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Sérgio Tarsício Rambo
Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Volmir Sabbi
Doutorado em Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO
2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo apoio em todos os momentos, pela paciência e confiança, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Cleovir José Milani, por todo o suporte e auxílio durante a realização deste trabalho.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Ao Colégio Estadual Padre Cirilo – EFMP por toda a atenção, colaboração e pela disponibilização de dados e informações para realização deste trabalho.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

A água é um recurso natural de maior dependência para os seres vivos e o de maior importância para a humanidade, pois está associada a todos os aspectos do desenvolvimento da civilização. A demanda por água potável é cada vez maior por todo o planeta, fazendo com que o problema da escassez dos recursos hídricos seja cada vez mais crítico, e ainda, outro problema que surge atrelado as chuvas são as enchentes, que se fazem presentes principalmente em grandes centros. Diante desses cenários, surge a necessidade de encontrar meios alternativos e sustentáveis de captar recursos hídricos. Surge então a possibilidade de implantação e uso de sistemas de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, o qual busca a captação, armazenamento e uso da água da chuva em atividades que não necessitam de água potável. Esse sistema também faz com que a água pluvial que pode causar enchentes seja captada pelos edifícios, diminuindo as chances de ocorrerem. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um projeto de utilização de águas pluviais para fins não potáveis em um colégio da rede pública no município de Capanema – PR. O desenvolvimento do sistema se dará a partir do estudo hidrológico para caracterizar as precipitações na região de estudo, da demanda hídrica para uso não potável na instituição e elaboração do projeto. Esta pesquisa abrange um estudo bibliográfico atrelado a pesquisa de campo, onde será levantado algumas características e informações em campo, e quanto ao método de abordagem este trabalho é classificado como qualitativo/quantitativo, pois serão levantados dados e resultados os quais passarão por análises a fim de propor o sistema. Assim, o presente estudo realizou o projeto para implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais no colégio do município em questão, o qual irá possibilitar a redução de consumo de água potável na instituição através da substituição da água potável pela água da chuva captada nas atividades de limpeza e rega de hortas e jardins.

Palavras-chaves: Água pluvial. Aproveitamento. Sistema. Dimensionamento.

ABSTRACT

Water is the natural resource of greatest dependence for living beings and of greatest importance for mankind, because it is associated with all aspects of civilization's development. The demand for drinking water is increasingly greater all over the planet, making the problem of scarcity of water resources increasingly critical, and yet another problem that arises related to rainfall are the floods, which are present mainly in large centers. Given these scenarios, the need to find alternative and sustainable means of capturing water resources arises. The possibility then arises to implement and use rainwater harvesting systems for non-potable purposes, which seeks to capture, store and use rainwater for activities that do not require potable water. This system will also allow rainwater that can cause flooding to be captured by buildings, reducing the chances of flooding occurring. The present work aims to develop a project for the use of rainwater for non-potable purposes in a public school in the city of Capanema - PR. The development of the system will be based on a hydrological study to characterize the precipitation in the study region, the water demand for non-potable use in the institution and the elaboration of the project. This research includes a bibliographic study linked to field research, where some characteristics and information will be collected in the field. Regarding the approach method, this work is classified as qualitative/quantitative, because data and results will be collected and analyzed in order to propose the system. Thus, the present study carried out the project for the implementation of a rainwater harvesting system in the school of the city in question, which will enable the reduction of drinking water consumption in the institution through the substitution of drinking water by rainwater captured in the cleaning and watering activities of gardens and vegetable gardens.

Keywords: Rainwater. Use. System. Sizing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de aproveitamento de água pluvial	19
Figura 2 - Modelo de proteção de calha para evitar acúmulo de folhas	21
Figura 3 - Sistema de um separador de fluxo de água pluvial	21
Figura 4 - Modelo de filtro para reter sólidos durante a captação	22
Figura 5 - Reservatório de água de polietileno modelo caixa d'água	23
Figura 6 - Reservatório de água de polietileno modelo tanque	23
Figura 7 - Esquema de funcionamento do sistema	24
Figura 8 - Fluxograma da metodologia.....	30
Figura 9 - Localização de Capanema no estado do Paraná	31
Figura 10 – Mapa do município de Capanema-PR	31
Figura 11 - Vista aérea do local de estudo	32
Figura 12 – Médias das precipitações mensais.....	39
Figura 13 – Cálculo da demanda total da instituição.....	41
Figura 14 – Cálculo da demanda não potável da instituição	41
Figura 15 – Cálculo da demanda de água para limpeza da instituição	42
Figura 16 – Cálculo da demanda de água para irrigação na instituição	42
Figura 17 – Dimensionamento das calhas	44
Figura 18 – Cálculo do método Rippl	45
Figura 19 – Cálculo do método Rippl com probabilidade de 50%	45
Figura 20 – Cálculo do método Rippl com probabilidade de 75%	46
Figura 21 – Cálculo do método Rippl com probabilidade de 85%	46
Figura 22 – Cálculo do método Rippl com probabilidade de 95%	47
Figura 23 – Dimensionamento condutores verticais.....	48
Figura 24 – Dimensionamento condutores horizontais	48
Figura 25 – Dimensionamento condutores horizontais	49
Figura 26 – Potencial de economia de água	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Normas Brasileiras
ONU	Organização das Nações Unidas
PVC	Policloreto de vinila
Sanepar	Companhia de Saneamento do Paraná
SNM	Sistema Nacional de Meteorologia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo	12
1.1.1	Objetivo geral	12
1.1.2	Objetivos específicos	12
1.2	Justificativa	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Importância e disponibilidade da água	15
2.2	Escassez e desperdício de água	16
2.3	Consumo de água	17
2.4	Uso de água em instituições de ensino	17
2.5	Normatização brasileira	18
2.6	Sistema de captação e uso de água da chuva	18
2.6.1	Componentes	19
2.6.1.1	<u>Área de captação</u>	19
2.6.1.2	<u>Calhas e condutores</u>	20
2.6.1.3	<u>Separador de fluxo</u>	21
2.6.1.4	<u>Filtro de folhas</u>	22
2.6.1.5	<u>Armazenamento</u>	22
2.6.1.6	<u>Extravasor</u>	23
2.6.1.7	<u>Bombeamento</u>	24
2.6.1.8	<u>Esquema de funcionamento</u>	24
2.6.2	Distribuição	24
2.7	Métodos de dimensionamento	25
2.7.1	Método de Rippl	25
2.7.2	Método de Simulação	25
2.7.3	Método Prático Australiano	26
2.7.4	Método Azevedo Neto	27
2.7.5	Método Prático Alemão	27
2.7.6	Método Prático Inglês	27
2.8	Qualidade da água pluvial	28
2.9	Vantagens e desvantagens do sistema	28
3	METODOLOGIA	30

3.1	Caracterização da área de estudo	30
3.2	Levantamento dos dados pluviométricos	32
3.3	Demanda hídrica na instituição	32
3.3.1	Coleta de dados sobre o consumo de água	32
3.3.2	Demanda hídrica para fins não potáveis.....	33
3.4	Dimensionamento do sistema de captação de água pluvial	34
3.4.1	Definição das superfícies de captação	34
3.4.2	Dimensionamento das calhas.....	35
3.4.3	Dimensionamento do reservatório de armazenamento.....	35
3.4.3.1	<u>Método Rippl</u>	36
3.4.3.2	<u>Definição do local de implantação do reservatório</u>	36
3.4.4	Dimensionamento dos dispositivos de condução da água	36
3.4.4.1	<u>Condutores verticais</u>	36
3.4.4.2	<u>Condutores horizontais</u>	37
3.4.4.3	<u>Localização desses dispositivos</u>	37
3.4.5	Pré filtragem da água da chuva.....	37
3.5	Tratamento da água coletada	38
4	RESULTADOS E ANÁLISES	39
4.1	Levantamento e análise dos dados pluviométricos	39
4.2	Determinação da demanda hídrica não potável da instituição	39
4.3	Dimensionamento do sistema de captação de água pluvial	42
4.3.1	Definição das superfícies de captação	42
4.3.2	Dimensionamento das calhas.....	43
4.3.3	Dimensionamento do Reservatório pelo método Rippl	44
4.3.4	Dispositivos de condução da água da chuva.....	47
4.3.5	Pré filtragem	48
4.4	Avaliação do potencial de economia de água potável	49
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	APÊNDICE A - Roteiro da entrevista	56
	APÊNDICE B - Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais	58
	ANEXO A - Planta baixa da instituição de ensino	60
	ANEXO B - Série histórica de chuva da região de Capanema - PR	62
	ANEXO C - Tabela de Consumos Potenciais (Sanepar, 2022)	64

1 INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural de maior dependência para os seres vivos e, possivelmente, o único que pode ser encontrado em todos os aspectos da civilização humana. Todas as atividades da sociedade envolvem de alguma forma esse recurso, que é de extrema importância para o desenvolvimento da humanidade, seja no âmbito econômico, agrícola, industrial, energético, tecnológico, enfim, praticamente todos os setores de atividades humanas. Além disso, ela é fonte de vida para todos os seres vivos, pois todos dependemos dela para viver.

Com o desenvolvimento cada vez maior e mais acelerado da sociedade, a demanda por água potável é ainda maior. Dessa forma, um dos problemas que surge, atrelado a falta de chuvas, é a escassez dos recursos hídricos, que acomete muitas nações pelo mundo ao mesmo tempo em que tende a avançar para outras, visto o crescimento da população e avanço das sociedades.

No Brasil, infelizmente, a escassez hídrica também se faz presente. Muitas das regiões brasileiras sofrem com essa situação, como destaca a Nota Conjunta do Sistema Nacional de Meteorologia – SNM (BRASIL. SNM, 2021, p. 01): “Alerta de Emergência Hídrica associado à escassez de precipitação para a região hidrográfica da Bacia do Paraná que abrange os estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná para o período de Junho a Setembro de 2021”.

No estado do Paraná, a Resolução ANA Nº 77 de 1º de Junho de 2021, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (BRASIL. ANA, 2021, p. 02) destaca “Que o cenário observado na Região Hidrográfica do Paraná é de escassez hídrica relevante em comparação com períodos anteriores e que a situação desfavorável prevista para os próximos meses representa impactos a usos da água”.

Diante de toda essa situação, algumas ações podem ser tomadas com o objetivo de aproveitar de outras fontes hídricas afim de minimizar a utilização de água potável, sendo uma alternativa para evitar o desperdício ao mesmo tempo em que diminui o consumo. Segundo Anecchini (2005, p. 22), “Dentre estas fontes destaca-se o aproveitamento da água da chuva, o reuso de águas servidas e a dessalinização da água do mar”. Sendo o aproveitamento da água da chuva uma alternativa ao uso de água potável em atividades que não a necessitem, possibilitando ainda, gerar economia da água potável se substituída para esses fins não potáveis.

A utilização dos sistemas de aproveitamento de água da chuva ainda é limitada, seja devido à falta de informações sobre ele ou ao custo de implantação, que

em casos mais complexos podem ser altos. E, associado as discussões sobre sustentabilidade como forma de combater a crise hídrica, que poderá ser intensificada cada vez mais visto que a demanda por abastecimento público aumenta devido ao crescimento populacional, essa prática de utilização de água pluvial pode ser difundida pela sociedade.

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais podem ainda vir a minimizar outro problema que algumas cidades enfrentam devido as chuvas torrenciais, os alagamentos e inundações. A coleta e armazenamento dessas águas pode contribuir na redução da água que escoam superficialmente por esses locais e como consequência, fazendo com que diminuam os níveis de inundações nessas localidades (PISANI; GIL, 2010).

A utilização da água coletada através de sistemas de aproveitamento de água da chuva pode ser utilizada substituindo a água potável em fins que não necessitam dela, ou seja, podem ser utilizadas por exemplo na limpeza de calçadas e carros, rega de jardins e hortas e em bacias sanitárias, entre outros possíveis usos. Essa substituição pode gerar uma economia considerável na conta de água, uma vez que será diminuído o consumo de água potável.

Diante disso, o presente trabalho visa desenvolver um sistema de aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em uma instituição de ensino, visto que é um local onde se torna possível difundir e disseminar as discussões acerca da sustentabilidade dos recursos hídricos ao mesmo tempo em que possibilita ao colégio uma diminuição nos custos gerados pela utilização de água potável.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um sistema de utilização de águas pluviais para fins não potáveis no Colégio Estadual Padre Cirilo – EFMP, localizado no município de Capanema/PR.

1.1.2 Objetivos específicos

- Efetuar o levantamento de dados pluviométricos das precipitações e suas intensidades na região;
- Determinar a demanda hídrica para uso não potável na edificação;
- Elaborar o dimensionamento de um sistema de captação de águas pluviais e seus componentes;

1.2 Justificativa

O aproveitamento da água da chuva caracteriza-se por ser uma das soluções mais econômicas para preservar a água potável (ANNECCHINI, 2005). Dessa forma, pode ser utilizada para minimizar a crise hídrica que vivenciamos aliada a escassez de recursos hídricos disponíveis para consumo. Essa preocupação pode ser minimizada através de mecanismos sustentáveis de aproveitamento de água pluvial, que irão contribuir na diminuição do consumo de água potável utilizada nos imóveis, trazendo soluções que contribuam também financeiramente. A implantação de um sistema de captação e distribuição para uso não potáveis em instituições públicas escolares irá contribuir para amenizar essa preocupação da sociedade, além de trazer resultados positivos para a própria instituição, pois segundo Marinoski (2007), o consumo de água para fins não potáveis em edificações de ensino equivale a cerca de 65% do volume total utilizado.

A utilização de sistemas para aproveitamento da água da chuva vem se tornando uma prática cada vez mais escolhida por órgãos e instituições públicas, como é o caso de colégios e escolas. Muitas cidades já possuem legislação referente ao assunto, dessa forma as construções e projetos mais recentes já são contemplados com esse sistema, mas em edificações mais antigas também é possível fazer a implantação desse sistema. E como essas edificações são públicas, isso deveria ser previsto e utilizado, visto que proporciona uma diminuição no uso de água potável e, conseqüentemente, nos custos associados, bem como se mostrar um modelo para a sociedade, já que as instituições públicas devem ser exemplo.

Para o desenvolvimento do projeto será necessária a realização de um estudo hidrológico para caracterizar o regime das precipitações e suas intensidades na região do município de Capanema-PR, realizar um levantamento da demanda hídrica com fins não potáveis na instituição de ensino e a obtenção dos projetos arquitetônicos do colégio para determinar as áreas possíveis para captação de água pluvial, instalação do sistema e pontos de utilização dessa água. Com isso, pode-se dizer que o presente trabalho se torna viável visto que as informações citadas estão disponíveis nos órgãos específicos, como na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), assim como o projeto do colégio será disponibilizado pelos órgãos competentes visto que há interesse da instituição na implementação desse sistema.

A instituição pública de ensino em estudo não possui um sistema de aproveitamento de água pluvial, bem como todas as outras do município. A apresentação de um sistema de utilização de água da chuva para o Colégio Estadual

Padre Cirilo busca mostrar tal possibilidade à instituição, apresentando que é real a possibilidade de implantar esse sistema na construção já existente, fato esse que pode vir a contribuir para que as demais escolas implementem esse sistema, percebendo que existe a possibilidade em fazer uma adequação nas estruturas já existentes. Esse estudo e projeto sobre a utilização de água da chuva pode servir de inspiração para instituições similares, para que possam utilizar esse projeto como inspiração para utilização do mesmo em outras obras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância e disponibilidade da água

A água é um componente essencial na dinâmica da natureza, é ela que impulsiona os ciclos e sustenta a vida. Em seu estado potável, é um recurso natural finito e de extrema importância para a vida do planeta, por isso da importância em se preservar esse recurso (ZAIKA, 2016).

O ser humano utiliza-se da água para o seu desenvolvimento como comunidade, seja em atividades como a produção de energia, a produção agrícola e de alimento, potencial econômico, bem como em atividades de lazer, turismo e recreação, além de utilizar para as funções vitais como em todas as demais espécies do planeta (ZAIKA, 2016).

A água potável é o principal fator da existência humana sendo que é essencial para várias atividades desempenhadas pelo homem, desde a alimentação até o desenvolvimento da indústria, por exemplo. Diante dessa importância, deve-se observar a disponibilidade desse recurso no planeta, para ressaltar que a água não é abundante e infinita (MARINOSKI, 2007).

Sabe-se que de toda a superfície terrestre cerca de dois terços são cobertos por água, sendo que essa distribuição se dá em 97,5% sendo salgada, que são os mares e oceanos, e apenas 2,5% sendo doce. Do total de água doce disponível no planeta, 68,9% estão formando as calotas polares, as geleiras e as neves que cobrem cumes de montanhas, 0,9% está na umidade do solo e pântanos, 0,3% são rios e lagos, e os 29,9% restantes correspondem as águas subterrâneas (PEREIRA; FONSECA; JUNQUEIRA, 2022).

No Brasil, a disponibilidade de água é estimada em 35.732 m³/hab/ano, o que se traduz na característica de país “rico em água”. Relacionando esse potencial hídrico do país com o potencial mundial, o Brasil tem cerca de 13,7% da água doce do mundo em seu território, sendo que desses 80% se encontra nos rios da Amazônia (ZAIKA, 2016).

Uma problemática que pode ser observada na sociedade, principalmente em grandes centros urbanos, e que está relacionado com as águas pluviais são as enchentes que ocorrem em muitas cidades brasileiras. Segundo Nunes (2018, p. 27), “[...] a exemplo de São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba, sendo que nessas cidades alguns novos empreendimentos passaram a ser obrigados a coletar a água da chuva,

não apenas para reduzir o pico de cheias, como também a sua utilização para fins não potáveis”.

Grande parte dos casos de enchentes está relacionado com o mau uso do espaço urbano pela sociedade, onde não há um sistema eficiente de drenagem uma vez que a água que deveria ser infiltrada no solo escoar através dos pavimentos das cidades. Se esse escoamento fosse diminuído com artifícios da drenagem dessa água ou da captação da mesma pela maioria das residências de uma cidade, essas enchentes iriam diminuir seu impacto podendo até serem evitadas (NUNES, 2018, p. 31, apud PENA, 2014).

2.2 Escassez e desperdício de água

Como o ser humano é aquele que mais utiliza da água no seu cotidiano dentre todos os seres vivos, pode-se dizer que ele é o principal responsável pela escassez desse recurso. O crescimento acelerado da população e o crescente avanço da industrialização trazem consequências relacionadas a escassez do recurso hídrico, ou seja, aumenta cada vez mais o desperdício. Problemas na distribuição de água às populações, demanda excessiva e a poluição da água são fatores significativos que contribuem com a escassez.

Marinoski (2007) destaca que o desconhecimento, a falta de orientação e conscientização sobre a quantidade de água perdida pelo mau uso dos equipamentos hidráulicos e vazamentos das instalações, são alguns dos fatores que contribuem para o desperdício de água, principalmente nas próprias residências. Esses fatores contribuem de forma expressiva no desperdício de água potável pelo ser humano, o que pode ser observado tanto no Brasil como nos demais países.

Muitas regiões do Brasil sofrem com a falta de água, porém a região nordeste do país é a mais afetada pela escassez hídrica, que se acentua em determinadas épocas do ano, onde pode haver a falta de água em locais como lagos, açudes e rios. Diante desse cenário, a população dessa região utiliza-se da água da chuva em suas necessidades e atividades domésticas e na agricultura, fato que destaca a região como sendo a primeira do país a usar os sistemas de captação de água da chuva (COSTA, 2015).

Costa (2015) destaca ainda, que a economia de água não deve ser encarada apenas para suprir o uso emergencial de determinados tempos em que ocorrem as secas, essa ideia deve ser usada como um projeto para utilização durante o ano todo e em todas as regiões do país, não dando tanta importância às condições climáticas.

A economia de água obtida por sistemas de aproveitamento de águas pluviais irá poupar a captação em reservatórios naturais, preservando assim o consumo das futuras gerações e a manutenção da biodiversidade natural.

2.3 Consumo de água

A água potável que temos disponível no nosso cotidiano é utilizada em várias de nossas atividades, como na alimentação e na limpeza por exemplo. Entre todos os usos da água, parte está relacionada a fins não potáveis, ou seja, onde não há necessidade de ser potável, alguns exemplos são nas descargas de vasos sanitários, rega de jardins, lavação de veículos e calçadas, onde poderia ser usado a água pluvial. Se observarmos pesquisas referentes ao assunto em países estrangeiros, podemos perceber que a água tratada é utilizada em fins não potáveis entre 45 e 55% do total utilizado nas residências (MARINOSKI, 2007).

Marinoski (2007) destaca ainda, que no Brasil podemos observar que os valores se assemelham muito ao visto nos outros países, estudos realizados em Santa Catarina mostram que a utilização de água potável para fins não potáveis variam de 39,2% a 42,7% do uso total nas residências. Com isso, a possibilidade de utilização de água da chuva em substituição da água potável nessas finalidades se mostra uma boa alternativa.

Um estudo da Organização das Nações Unidas (ONU) apresenta que uma pessoa necessita de cerca de 3,3 mil litros de água por mês, o que se traduz em aproximadamente 110 litros por dia utilizados em consumo e higiene. Já no Brasil, esse consumo por pessoa pode ultrapassar os 200 litros por dia (SABESP, 2022).

2.4 Uso de água em instituições de ensino

O uso final de água em instituições de ensino são importantes de serem analisados uma vez que nesses locais há maior demanda de água devido a quantidade de pessoas que frequentam. Segundo Marinoski (2007, p. 20) “[...] os banheiros são responsáveis pelas maiores parcelas de consumo de água nas escolas; o segundo maior consumidor de água é a cozinha; a área externa é responsável pelas menores parcelas do consumo”.

Dados comprovam que as instituições de ensino são grandes consumidoras de água, conforme Tomaz (2003, apud COSTA, 2015, p.27) “[...] o consumo médio de água para escolas e universidades varia de 10 a 50 litros/dia por aluno, e 210 litros/dia

por empregado, sendo que este consumo é distribuído em diversos usos, variando conforme a tipologia da edificação”.

Como no país existe um grande número de instituições de ensino, Costa (2015, p. 26) destaca que “[...] há uma grande preocupação com a racionalização da água, visto que, nestas instituições há uma forte tendência de desperdício devido ao fato de que os usuários não são os responsáveis diretos pelo pagamento das contas de consumo”. Então, qualquer sistema de que proporcione um aproveitamento de fontes alternativas e programas de uso consciente da água é de suma importância.

As instituições de ensino, escolas e colégios, são geralmente compostas de estruturas com grandes áreas de telhados e coberturas, que são utilizados como área de captação de água da chuva para sistemas de aproveitamento da mesma, fazendo assim, que sejam grandes potenciais para implantação desse tipo de sistema.

2.5 Normatização brasileira

Com a crescente preocupação acerca da sustentabilidade e da disponibilidade dos recursos naturais no país, bem como na crescente utilização dos sistemas de aproveitamento de água da chuva, com intuito de diminuir o consumo de água potável, foi elaborado uma norma técnica especificamente para tal sistemática.

A Norma Brasileira ABNT NBR 15527:2019 trata do aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis, a qual especifica os requisitos necessários para determinada utilização. “Esta Norma se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas, por exemplo, descargas em bacias sanitárias e mictórios, irrigação para fins paisagísticos, lavagem de veículos e pisos e uso ornamental” (ABNT, 2019, p. 5).

Outras normativas são indispensáveis na aplicação do sistema de aproveitamento de águas pluviais, como a ABNT NBR 5626 que trata das instalações prediais de água fria, e a ABNT NBR 10844 sobre as instalações prediais de águas pluviais.

2.6 Sistema de captação e uso de água da chuva

Os sistemas mais comuns de captação e utilização de água da chuva são compostos, de maneira simples, por uma área de captação da água pluvial que é direcionada para um reservatório através de calhas e tubos, após o armazenamento é direcionada e distribuída para seus pontos de uso, podendo também contar com mecanismos de limpeza para remoção de sujeiras como folhas de árvores, por

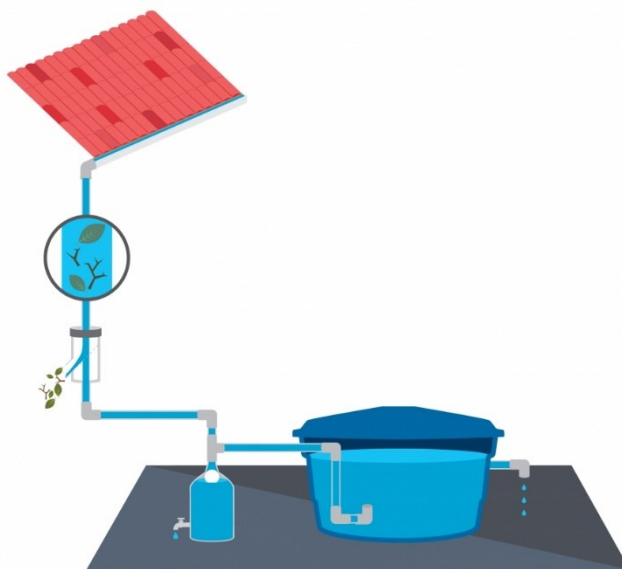
exemplo. Os modelos podem variar dos mais simples a casos mais completos, contendo equipamentos mais complexos.

Depois de ser devidamente tratada, as águas pluviais captadas podem ser utilizadas em, segundo a ABNT NBR 15527:2007, “[...] descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d’água e usos industriais” (apud SILVA, 2019, p. 23).

2.6.1 Componentes

O sistema de aproveitamento de águas pluviais pode ser compreendido, de forma resumida, nas fases de captação, filtragem, armazenagem e distribuição, como pode ser observado na figura 1. A seguir são descritos os componentes desse sistema:

Figura 1 - Sistema de aproveitamento de água pluvial



Fonte: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2022)

2.6.1.1 Área de captação

Para a captação da água da chuva utiliza-se de áreas impermeáveis, geralmente são utilizados os telhados das edificações para fazer essa captação, os quais podem ser inclinados ou planos. Segundo Nunes (2018, p. 35) “A área de captação pode ser qualquer superfície impermeabilizada, telhados com alguma inclinação facilitam a captação e reduzem as perdas”. E dependendo da área possível de captação da água é que será, posteriormente, dimensionado o reservatório, sendo

que, a dimensão desta área está diretamente relacionado com a quantidade de água pluvial a ser aproveitada.

É importante ressaltar que “[...] o volume de água que pode ser aproveitado não é o mesmo do volume precipitado, tendo em vista as perdas que ocorrem por absorção e evaporação na superfície de recolhimento, que variam de acordo com o tipo de material do telhado” (KARLINSKI, 2015, p. 27).

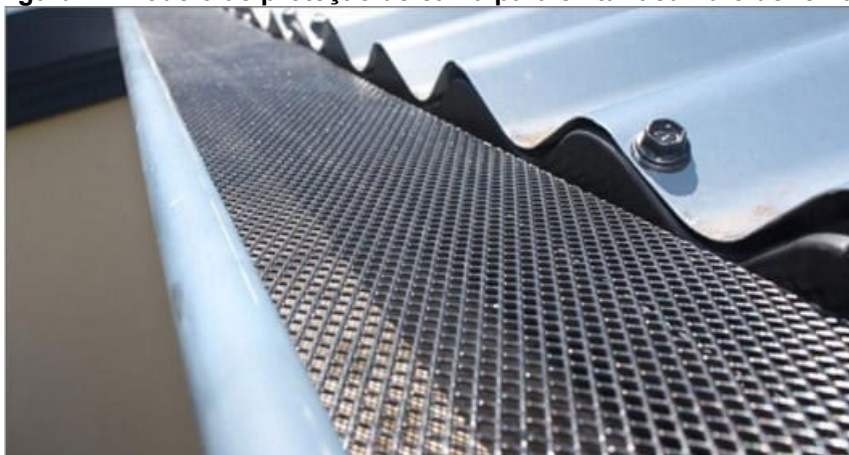
2.6.1.2 Calhas e condutores

São os componentes do sistema que irão conduzir a água captada pela cobertura nos seus pontos mais baixos para o armazenamento no reservatório, através de calhas que irão conduzir aos tubos, geralmente de PVC ou material metálico, de alumínio e aço galvanizado. Afim de que não ocorra o transbordamento de água da chuva nesses componentes é imprescindível o correto dimensionamento das calhas e coletores verticais, de modo que o sistema opere com eficiência não resultando em problemas. Para tal, a norma de instalações prediais de águas pluviais NBR 10844:1989 (ABNT, 1989) deve ser norteadora do projeto.

As tubulações componentes desse sistema devem ser devidamente distintas das condutoras de água potável e esgoto, podendo ser diferenciadas por cores com informações de que conduz água da chuva, afim de evitar que se misture água potável com pluvial. Outro cuidado que se deve ter com o sistema é a realização periódica de inspeções e limpezas das calhas e condutores, sendo que um bom momento para inspecionar os componentes é enquanto chove, pois é mais fácil encontrar goteiras se houverem, por exemplo (UNEP, 2002, apud NUNES, 2018, p. 37). A utilização de dispositivos para evitar o acúmulo de materiais nas calhas é de suma importância, como destaca Nunes (2018) a seguir e no exemplo da figura 2.

A instalação de telas ou grades, embora seja uma maneira simples e eficaz para retenção de acúmulo de detritos e remoção de folhas, gravetos, penas de pássaro, pedaços da superfície de coleta, é de extrema necessidade e importância sua devida limpeza e manutenção para que não gere problemas no acúmulo de materiais e obstrução da passagem da água, para que desta forma, a vazão seja adequada de acordo com o dimensionamento das calhas sem obstrução. (NUNES, 2018, p. 38)

Figura 2 - Modelo de proteção de calha para evitar acúmulo de folhas



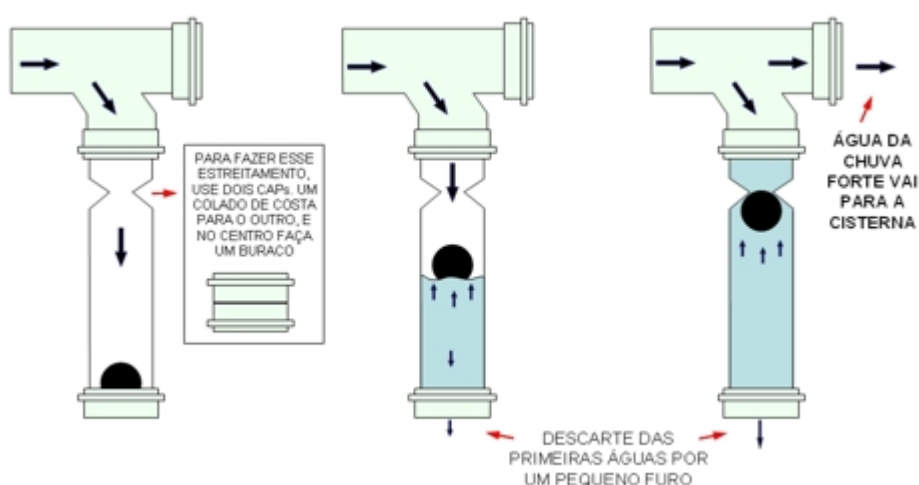
Fonte: Calhas Global (2022)

2.6.1.3 Separador de fluxo

Durante o ano podem ocorrer períodos onde não há precipitação, o que pode ocasionar no acúmulo de sujeira nos telhados, a partir do momento que chove, juntamente com a água escoam toda a sujeira depositada na superfície do telhado. Dessa forma, é aconselhável descartar a água inicial da chuva, de forma que essas impurezas não sejam armazenadas no sistema (RODRIGUES, 2016).

O separador de fluxo, como mostrado na figura 3, tem como objetivo a retenção das sujeiras mais finas que conseguiram passar pelas telas maiores dispostas nas calhas. Podem ser de modelo de PVC, onde fazem a coleta do volume inicial de água pluvial em um recipiente anterior ao reservatório e que será descartado mais tarde, e depois conduz a próxima água coletada para o armazenamento (NUNES, 2018).

Figura 3 - Sistema de um separador de fluxo de água pluvial

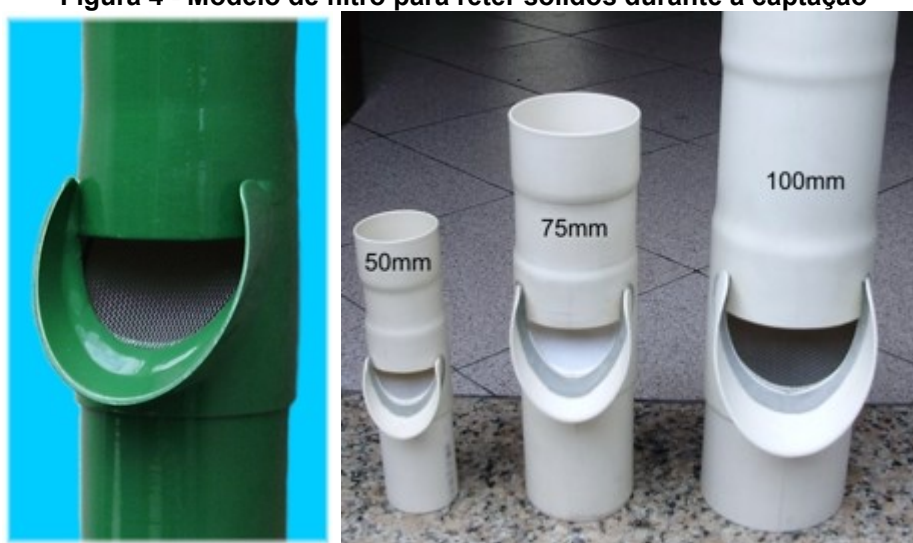


Fonte: Sempre sustentável (2022). Ilustração adaptada.

2.6.1.4 Filtro de folhas

São sistemas simples como a instalação de equipamentos de proteção como grades ou telas dispostos nas calhas a fim de separar os materiais sólidos como folhas de árvores da água da chuva, que irão reduzir os riscos de entupimentos dos componentes (BEULKE, 2017). A utilização de filtros mais finos, telas com diâmetros menores, nas tubulações verticais podem garantir que materiais menores não adentrem ao reservatório. Na figura a seguir, é apresentado um modelo de filtro que pode ser conectado junto aos condutores, feitos em PVC possuem diâmetros adaptados conforme os tubos comerciais e os utilizados no sistema de captação.

Figura 4 - Modelo de filtro para reter sólidos durante a captação



Fonte: Sempre sustentável (2022). Ilustração adaptada.

É importante ressaltar que estes equipamentos deverão ser submetidos a limpeza frequente para garantir o bom funcionamento e a qualidade da água pluvial captada.

2.6.1.5 Armazenamento

O armazenamento da água pluvial captada se dá em um reservatório, geralmente de polietileno, concreto ou alvenaria, com o objetivo de guardar e proteger o recurso captado até o momento da sua utilização. As figuras 5 e 6 mostram modelos de reservatório de polietileno que é o mais empregado nestes tipos de sistemas de aproveitamento de água da chuva. Estes dispositivos de armazenamento podem ser dispostos de forma a ficar enterrados, apoiados ou elevados, a escolha do posicionamento deve ser analisado durante o projeto.

Afim de garantir a qualidade da água, esses reservatórios devem ser impermeáveis, devem evitar a entrada de luz de modo a evitar a proliferação de algas,

ter as aberturas protegidas por telas para impedir a entrada de insetos e serem limpos uma vez ao ano, pelo menos (NUNES, 2018, p. 41).

Figura 5 - Reservatório de água de polietileno modelo caixa d'água



Fonte: Fortlev (2022)

Figura 6 - Reservatório de água de polietileno modelo tanque



Fonte: Fortlev (2022)

Comumente o reservatório é a parte mais custosa do sistema, devido as suas dimensões para poder armazenar volumes significativos de água da chuva e também pela área necessária para sua construção ou locação.

2.6.1.6 Extravasor

É um dispositivo simples que deve ser instalado no reservatório afim de extravasar a água a determinada altura do armazenamento, para que o sistema não transborde e tenha um bom funcionamento. Deve-se ter o cuidado para impedir a entrada de pequenos animais no reservatório, como mosquitos por exemplo, que podem acabar trazendo prejuízos (NUNES, 2018).

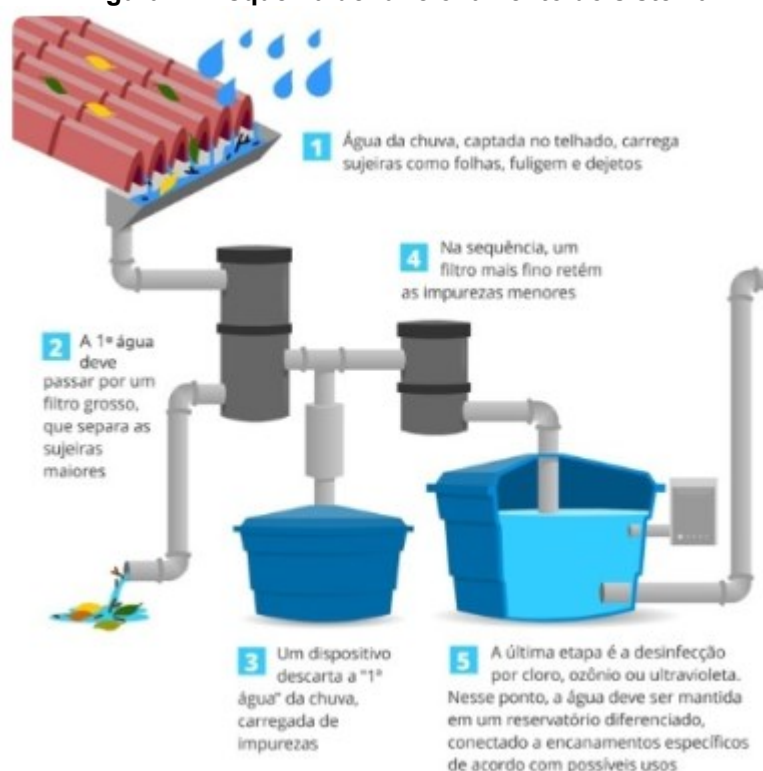
2.6.1.7 Bombeamento

Para distribuir a água armazenada pode ser que seja necessário a utilização de bomba de recalque ou de pressurizadores. Segundo Karlinski (2015, p. 30) “O pressurizador é utilizado quando a utilização da água ocorrer apenas no nível térreo da edificação. Ele deve ser instalado abaixo do nível da água da cisterna para que a leve aos pontos de consumo”. Se tratando da bomba de recalque, ela irá conduzir a água para um reservatório numa altitude maior de onde será distribuída.

2.6.1.8 Esquema de funcionamento

O funcionamento do sistema de captação de água da chuva pode ser descrito conforme a figura 7, alguns fatores importantes são os corretos dimensionamentos do reservatório e demais componentes, feitos por um profissional da área, pois dependem de variáveis climáticas e da definição de possíveis usos da água pluvial captada (ZAIKA, 2016).

Figura 7 - Esquema de funcionamento do sistema



Fonte: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2022)

2.6.2 Distribuição

A distribuição vai depender de cada sistema e de qual será o uso da água pluvial captada. Em projetos simples, tem o objetivo de fornecer a água aos diferentes usos através de tubos distribuídos pela edificação, que irão levar a água pluvial

armazenada até o ponto de utilização, como torneiras para lavação de calçadas, por exemplo, sendo importante a devida sinalização desses tubos para que não sejam utilizados para outros usos (TESTON, 2012). O sistema pode contar também com bombas para fazer com que a água chegue aos pontos finais de utilização.

2.7 Métodos de dimensionamento

Para elaborar um sistema de aproveitamento de águas pluviais é necessário que sejam seguidas as normas NBR 15527:2007 (ABNT, 2007) que trata do aproveitamento de água da chuva, a NBR 5626:1998 (ABNT, 1998) sobre instalação predial de água fria, NBR 10844:1989 (ABNT, 1989) de instalações prediais de águas pluviais e a NBR 12217:1994 (ABNT, 1994) sobre os projetos de reservatórios de distribuição de água para abastecimento público.

Faz-se necessário ainda na elaboração, estudos sobre a precipitação de chuva da região onde será aplicado o projeto e a demanda que esse deverá atender, a partir de cálculos de volumes necessários de uso previstos.

No dimensionamento do reservatório do sistema a NBR 15527:2007 (ABNT, 2007) trata de apresentar os seguintes métodos que podem ser utilizados:

2.7.1 Método de Rippl

Este método considera as séries históricas pluviométricas mensais do local de estudo, onde o volume de chuva considerado aproveitável é subtraído da demanda em determinado intervalo de tempo, conforme as equações abaixo.

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)}$$

$$Q_t = C \times \text{precipitação da chuva}_{(i)} \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{somente para valores maiores que zero}$$

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;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

2.7.2 Método de Simulação

O método da simulação considera em seus cálculos duas hipóteses iniciais, de que o reservatório está cheio no início da contagem do tempo “t” e que os dados históricos são representativos para as condições futuras, esse método não considera em seus cálculos a evaporação da água, e os dados históricos são importantes para incorporar no sistema quais são os períodos de seca.

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)}$$

$$Q_t = C \times \text{precipitação da chuva}_{(i)} \times \text{área de captação}$$

$$0 \leq S_{(t)} \leq V$$

Onde:

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

$S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t-1;

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

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

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

2.7.3 Método Prático Australiano

O método calcula o volume de chuva através da seguinte equação:

$$Q = A \times C \times (P - I)$$

Onde:

Q é o volume mensal de chuva (m^3);

A é a área de captação (m^2);

C é o coeficiente de escoamento superficial;

P é a precipitação média mensal (mm);

I é a interceptação da água que molha as superfícies e perdas por evaporação.

Para o cálculo do volume do reservatório utiliza-se a equação a seguir:

$$V_{(t)} = V_{(t-1)} + Q_{(t)} - D_{(t)}$$

Onde:

$Q_{(t)}$ é o volume mensal produzido pela chuva no mês t;

$V_{(t)}$ é o volume de água que está no tanque no fim do mês t;

$V_{(t-1)}$ é o volume de água que está no tanque no início do mês t;

$D_{(t)}$ é a demanda mensal.

Ressalta-se que no primeiro mês considera-se o reservatório vazio.

2.7.4 Método Azevedo Neto

Também conhecido como Método Prático Brasileiro, traz como sugestão o aproveitamento máximo de 50% da precipitação anual, em função do escoamento superficial e das perdas inerentes ao sistema. O volume do reservatório é encontrado pela seguinte equação:

$$V = 0,042 \cdot P \cdot A \cdot T$$

Onde:

V é o valor referente ao volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros (L);

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

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

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

V é o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

2.7.5 Método Prático Alemão

O método prático alemão é um método empírico, onde o menor valor do volume do reservatório, 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação que se aproveita. Calcula-se o volume mínimo do volume anual precipitado aproveitável e volume anual de consumo:

$$V_{adotado} = \min(V; D) \times 0,06$$

Onde:

V é o volume aproveitável de água de chuva anual, expresso em litros (L);

D é o valor numérico da demanda anual da água não potável, em litros (L);

V_{adotado} é o valor numérico do volume de água do reservatório, em litros (L).

2.7.6 Método Prático Inglês

Este método tem sua origem de forma empírica, que foi fundamentada em um percentual de aproveitamento da precipitação média anual em relação à área de captação da água pluvial. O volume é obtido da seguinte forma:

$$V = 0,05 \times P \times A$$

Onde:

P é a precipitação média anual em milímetros (mm);

A é a área de captação em projeção, em metros quadrados (m²);

V é o volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório em litros (L).

2.8 Qualidade da água pluvial

O tratamento da água pluvial captada dependerá de alguns fatores como a qualidade em que a água é coletada e qual é o uso final da mesma. Dependendo da superfície utilizada para captação da água, essa também pode afetar nas características da água coletada, por meio da deposição de poeira presente no ar, por exemplo. Desse modo, a água enquanto presente na atmosfera apresenta uma qualidade diferente da água depois de sua passagem pelo telhado e armazenamento. Diante disso, é recomendável que seja descartada a primeira água que passa pelo telhado, a qual realiza a limpeza dele carregando a sujeira para fora do sistema, em sequência destina-se as próximas águas para o sistema.

Segundo Nunes (2018, p. 29) “A qualidade da água pluvial varia tanto com o grau de poluição do ar como também com a limpeza de captação. Se uma casa é cercada por árvores, um coador ou uma tela é indispensável para manter as folhas do lado de fora dos tubos coletores”. Sabe-se então que a chuva carrega alguns elementos presentes na atmosfera quando cai, podendo estes elementos interferirem na qualidade da água, para isso o recurso captado deverá ser clorado para manter um padrão de qualidade, bem como os pontos de utilização dessa água devem ser identificados como água imprópria para consumo humano.

É importante ressaltar ainda, o que diz Favreto (2016, p. 30), “A adoção de práticas de manutenção e limpeza do sistema de captação de água pluvial, a inserção de grades e filtros e o descarte dos primeiros momentos de chuva, contribuem para a qualidade da água que será armazenada.”

2.9 Vantagens e desvantagens do sistema

Os sistemas de aproveitamento da água da chuva proporcionam vários aspectos vantajosos, sendo o principal deles a diminuição no consumo de água potável, conseqüentemente reduzindo os custos envolvendo o fornecimento de água pelas companhias de abastecimento, ocasionando economia para o consumidor. Vale destacar também que a utilização deste sistema resulta na diminuição dos riscos de enchentes, principalmente em grades centros, e minimização da escassez de recursos hídricos (MAY, 2004).

Algumas outras vantagens podem ser observadas, como a utilização da estrutura já existente no local, como os telhados por exemplo; é um projeto de baixo impacto ambiental; é um sistema que complementa as instalações da edificação; a água já apresenta boa qualidade quando captada para determinados fins, não necessitando de tratamento; o sistema tem baixos custos de operação e manutenção e a manutenção é simples e fácil.

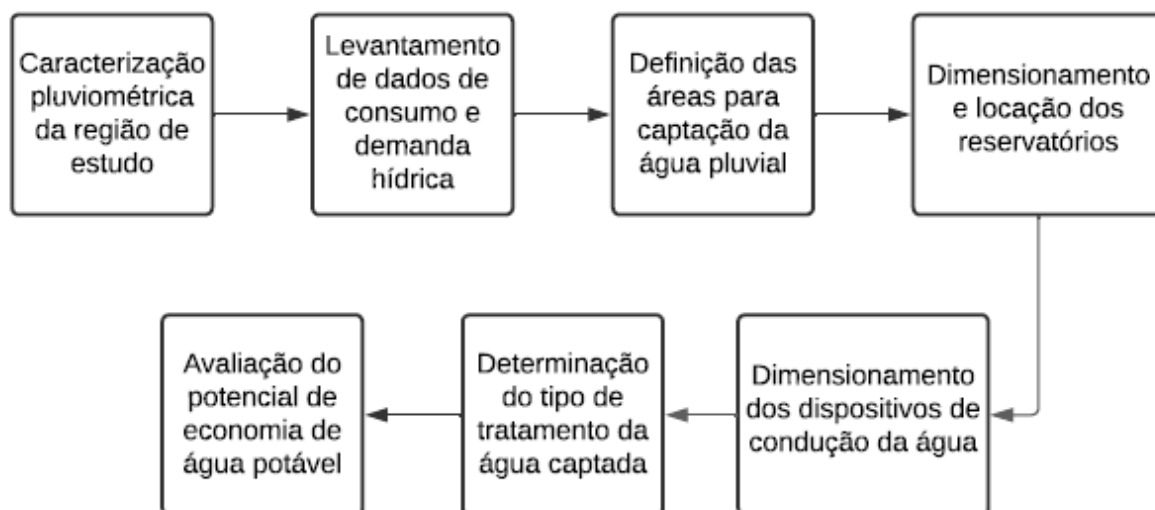
Esse sistema também apresenta algumas desvantagens como a limitação do suprimento, visto que depende da quantidade de chuva; pode apresentar custo inicial médio dependendo do tipo e dimensões, e se comparado com outras fontes de obtenção de água, como poços artesianos, pode apresentar um custo maior (SIMIONI et al., 2004, apud CARVALHO, 2010, p. 27).

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho que tem como objetivo desenvolver um sistema de aproveitamento de águas pluviais para utilização em fins não potáveis no Colégio Estadual Padre Cirilo – EFMP, localizado em Capanema no Paraná, foi elaborada uma metodologia que compreende as etapas de descrição da área de estudo, levantamento e análise dos dados pluviométricos da região, levantamento e análise de dados da demanda hídrica total da instituição de ensino e identificação da demanda hídrica não potável, definição das áreas de captação da água da chuva, dimensionamento dos reservatórios e definição do local de implantação dos mesmos, dimensionamento dos dispositivos de condução da água pluvial e métodos de tratamento da água captada.

Essa pesquisa abrange um estudo bibliográfico atrelado a pesquisa de campo, pois algumas características e informações referentes a instituição de ensino serão levantadas em campo, como as áreas de coleta da água da chuva e os dados de consumo e demanda hídrica. Relacionado ao método de abordagem, este trabalho é classificado como qualitativo/quantitativo, pois serão levantados dados e resultados os quais irão passar por uma análise com o objetivo de propor a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Figura 8 - Fluxograma da metodologia



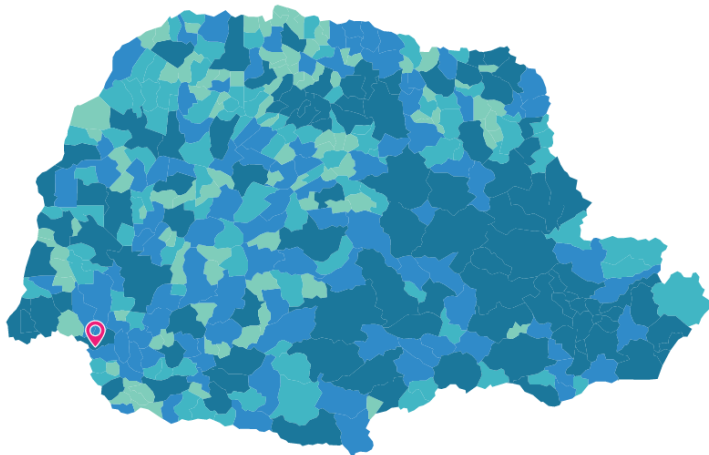
Fonte: Autoria própria (2021)

3.1 Caracterização da área de estudo

A instituição de ensino em estudo, Colégio Estadual Padre Cirilo – EFMP, localiza-se na região central do município de Capanema no Paraná, nas figuras 2 e 3 é possível visualizar a localização e mapa do município. A cidade está situada na

região sudoeste do estado e conta com uma área de 419,036 quilômetros quadrados e uma população estimada para o ano de 2021 de 19172 habitantes (IBGE, 2021).

Figura 9 - Localização de Capanema no estado do Paraná



Fonte: IBGE (2021)

Figura 10 – Mapa do município de Capanema-PR



Fonte: IBGE (2021)

O colégio em questão desenvolve suas atividades para o ensino fundamental, médio e profissionalizante na área de administração. Sua estrutura conta com salas de aula, biblioteca, salas da parte administrativa da instituição, ginásio de esportes, refeitório, cozinha, banheiros, entre outros locais. A edificação apresenta 3.375,37 m² de área construída, área do lote de 8.745,00 m² e aproximadamente 5.369,63 m² de áreas ao ar livre, a figura 3 apresenta uma visualização aérea da estrutura, a planta baixa da instituição encontra-se no anexo A.

Figura 11 - Vista aérea do local de estudo



Fonte: Google Earth (2021)

3.2 Levantamento dos dados pluviométricos

Considerando a proposta de um sistema de aproveitamento de águas pluviais surge a necessidade de calcular a oferta de água, para isso, é necessário considerar as informações relativas a chuva na região de estudo, sendo que os principais dados da precipitação são a intensidade da mesma, a duração e a frequência com que ela ocorre no município de Capanema – PR.

Os dados pluviométricos referentes a realização desse estudo foram obtido através do site da Agência Nacional das Águas (ANA), onde os referidos dados estão disponíveis para a Estação Pluviométrica localizada em Capanema – PR, com código 147002. As precipitações mensais da série histórica coletadas estão dispostas no anexo B.

Na determinação da precipitação média mensal e da precipitação média anual do local em questão, foi verificado o período de janeiro de 1990 a dezembro de 2010, sendo esse um registro contínuo de dados da precipitação, o qual se traduz ao mais próximo das estimativas e caracterização das precipitações futuras.

3.3 Demanda hídrica na instituição

3.3.1 Coleta de dados sobre o consumo de água

A utilização da água na instituição pode ser quantificada através das funções desempenhadas e locais que demandam do recurso, como uso em torneiras,

bebedouros, sanitários, mictórios, nas atividades da cozinha e refeitório, na rega dos jardins e hortas e na limpeza da edificação.

Para determinação do consumo total no colégio foram levantadas algumas informações através de entrevista na instituição, conforme apêndice A. Essas informações estão relacionadas ao número de pessoas presentes no local, ou seja, é a quantidade de alunos que estudam na instituição, os funcionários que trabalham no local e os professores. Ainda, dados sobre a área de horta e jardins e a área do colégio que necessita de limpeza, sendo caracterizado quantas vezes ocorre.

3.3.2 Demanda hídrica para fins não potáveis

Como o objetivo do trabalho é desenvolver o uso da água pluvial para fins não potáveis através de um sistema de captação de água da chuva, foi estimado quais os possíveis usos dessa água, sendo considerada para utilização na irrigação de hortas e jardins e para a limpeza do prédio. Com isso, foram feitos os cálculos para quantificar a demanda necessária para suprir o consumo nesses locais, que serão substituídos por essa água captada. A estimativa de consumo de água relativo à estas atividades foi realizada a partir das informações coletadas no colégio e de dados relativos ao consumo de água por atividade.

Tendo levantados as informações sobre a quantidade de alunos, professores e funcionário da instituição de ensino em estudo, através de entrevista com a direção da instituição, disponível no apêndice A, é possível estimar o consumo total do colégio, em metros cúbicos por mês, através da Tabela de Consumos Potenciais disponibilizados pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), a qual se encontra no anexo C. Dessa tabela, temos o consumo para escolas do tipo externato, que é a classificação da instituição em estudo, em litros por dia por pessoa. Sendo a quantidade de dias úteis considerada como 22 dias, que é a quantidade na maioria dos meses.

Do consumo total de uma escola, temos que cerca de 3% é em relação a limpeza e outros 3% com relação a rega de jardins e hortas (QASIM, 1994, apud SILVA, 2019, p. 45). Portanto, 6% do valor encontrado pela tabela de consumos potenciais seria o consumo de água pluvial que pode ser utilizado nas atividades de limpeza e irrigação.

Temos ainda a possibilidade de calcular a demanda de água para limpeza do colégio através da vazão por período de utilização. A vazão em litros por período de tempo para torneiras, utilizadas na limpeza, é de 10 a 20 L/min (QASIM, 1994, apud

SILVA, 2019, p. 45). Ao associar estes dados com as informações obtidas na entrevista, sobre a duração dos serviços, será obtido o valor do consumo a cada limpeza, que ao ser multiplicado pela frequência em que é realizada resultará no consumo por semana, que multiplicado pela quantidade de semanas resultará na demanda de água mensal para esta atividade. Será considerado 4 semanas por mês, que é a quantidade de semanas da maioria dos meses.

Para o cálculo do consumo em rega de jardins e hortas pode ser utilizada a Tabela de Consumos Potenciais da Sanepar (2022), disponível no anexo C, a qual traz um consumo de 1,5 L/m² para esta atividade. Através da entrevista e da planta baixa do local, serão levantadas as áreas de horta e jardins do colégio. Com isso, será estimado o consumo de irrigação, multiplicando o valor do consumo da tabela pela área desses locais, resultando no volume de água gasto por realização da atividade. Esse valor, multiplicado pela frequência em que ocorre na semana e pela quantidade de semanas no mês, será obtido o valor da demanda mensal para rega de jardins e hortas.

3.4 Dimensionamento do sistema de captação de água pluvial

3.4.1 Definição das superfícies de captação

A quantificação da área de cobertura para captação da água da chuva foi realizada a partir do projeto arquitetônico da edificação. Onde, após análise da estrutura e topografia da instituição, foi escolhido como área de captação o telhado do ginásio de esportes do colégio, pois apresenta uma grande área e uma topografia favorável para distribuição de água sem a necessidade de bombeamento.

A NBR 15527 (ABNT, 2007) trata da área de captação de águas pluviais como sendo a área de projeção horizontal da cobertura, ou seja, na determinação da área de captação serão medidas a área horizontal de projeção da cobertura do ginásio de esportes do colégio. Assim, a área possível de captação será de 612,00 m².

Segundo Tomaz (2003) o coeficiente de *runoff* está relacionado a composição do material da superfície de escoamento da água, ou seja, do material empregado no telhado. Esse valor varia conforme a Tabela 1, sendo que quanto mais próximo de um, significa que maior é o escoamento na superfície.

Tabela 1 – Coeficientes de runoff médios

Material	Coeficiente de Runoff
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, PVC	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz (2003)

3.4.2 Dimensionamento das calhas

O local escolhido para a captação da água da chuva não dispõe de calhas, por isso será feito o dimensionamento dessas, as quais serão de aço galvanizado com forma geométrica semicircular. Será projetado uma calha em uma das laterais do ginásio de esportes com a intenção de captar a água que escoar por essa área do telhado.

Para dimensionar a calha foi utilizada a NBR 10844 (ABNT, 1989) sendo adotada uma calha semicircular com diâmetro de 150 mm, com um valor de declividade adotado de 0,5%, comportando uma vazão de 384 L/min, fatores estes que garantem que não ocorra o transbordo das calhas em casos de precipitações mais volumosas.

3.4.3 Dimensionamento do reservatório de armazenamento

O reservatório é um dos componentes do sistema de aproveitamento de água da chuva mais importante, sendo que ele deve ser dimensionado considerando, principalmente, os seguintes fatores: demanda da água, áreas de captação, precipitação de chuva e os custos.

Afim de estimar o volume ideal do reservatório para o projeto, foram utilizadas as áreas de cobertura do ginásio de esportes do colégio, considerou-se também o consumo de água pluvial que virá a ter e a precipitação pluviométrica da região.

Tendo as variáveis quantificadas para a edificação em estudo, o dimensionamento do reservatório de armazenamento será realizado de acordo com o método de Rippl, conforme as especificações tratadas no referencial teórico, sendo este método dentre os descritos na NBR 15527 (ABNT, 2007) – Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis.

Pela NBR 5626 (ABNT, 1998) o reservatório que será utilizado no armazenamento de água deve ser fabricado em material resistente a corrosão ou ser provido de revestimento interno anticorrosivo. Foi dimensionado assim, dois

reservatórios de polietileno com capacidade de armazenamento de 15 mil litros cada, conectados com um tubo de PVC com diâmetro de 100 mm.

3.4.3.1 Método Rippl

O método de dimensionamento do reservatório adotado foi o método de Rippl. Afim de obter dados com maior nível de confiabilidade será analisado o dimensionamento do reservatório utilizando a média dos valores de precipitação e utilizando as probabilidades de 95%, 85% e 75%, buscando assim dimensionar o sistema com a maior probabilidade de aproveitamento. Ainda, visando evitar a passagem de água desnecessária, que não será armazenada e utilizada, através do sistema bem como o dimensionamento dos componentes da forma mais próxima a situação real.

3.4.3.2 Definição do local de implantação do reservatório

Optou-se por localizar os reservatórios sobre uma estrutura que deixe eles elevados do solo, logo ao lado ginásio de esportes, pois estarão assim dispostos próximos ao local da captação da água pluvial. O local apresenta uma altitude maior que os locais onde a água será distribuída e utilizada, uma diferença de cota vertical que irá possibilitar a utilização da água sem a necessidade de bombeamento da mesma.

O local escolhido para a implantação dos reservatórios para armazenamento da água pluvial captada foi definido considerando a disponibilidade do espaço físico do local, bem como a distância dos locais de captação da água da chuva e os pontos de utilização da mesma.

3.4.4 Dimensionamento dos dispositivos de condução da água

O dimensionamento dos dispositivos de condução da água da chuva foi realizado considerando a NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais (ABNT, 1989).

3.4.4.1 Condutores verticais

Os condutores verticais irão conduzir a água pluvial captada na calha até as tubulações horizontais. Para determinação do diâmetro do tubo foi utilizado a NBR 10844 (ABNT, 1989), resultando na utilização de tubos de PVC com diâmetro de 75 mm. Afim de utilizar o mesmo diâmetro em todas as tubulações de coleta da água

será escolhido o diâmetro de 100 mm escolhido nos condutores horizontais. Os condutores verticais ficarão dispostos em duas extremidades da calha, conforme pode ser observado no projeto disposto no anexo B.

3.4.4.2 Condutores horizontais

Os condutores horizontais serão os responsáveis por levar a água vinda dos verticais até o reservatório. Na escolha desses condutores foi considerado as especificações da NBR 10844 (ABNT, 1989), resultando em condutores que serão tubos de PVC com diâmetro 100 mm, dispostos com uma inclinação de 2% de declividade.

3.4.4.3 Localização desses dispositivos

Tendo definido o local do reservatório do sistema em estudo, foi projetado o restante do sistema de condução da água captada, sendo eles os filtros e os condutores horizontais e verticais. De modo que atendam às suas funções foram dispostos para conectar as calhas ao reservatório.

3.4.5 Pré filtragem da água da chuva

No processo de pré filtragem da água pluvial adotou-se o sistema de “*First Flush*”, o qual irá eliminar o primeiro volume de água da chuva, visto que essa quantidade pode transportar sujeiras depositadas na superfície do telhado para dentro do reservatório, por isso da importância do dispositivo.

Para eliminar o primeiro volume de chuva, que segundo a NBR 15527 (ABNT, 2019) é o correspondente a 2 mm de chuva inicial, calculou-se o volume que esse percentual gera na área de captação, obtendo-se um volume de 0,612 m³. Com isso, serão instalados dois tubos de 500 mm de diâmetro e 1,8 m de comprimento acoplados a tubulação horizontal, de modo que esses 2 mm de chuva não adentrem ao reservatório.

O procedimento de pré filtragem consiste em armazenar o primeiro volume de água nos tubos de diâmetro 500 mm, sendo que quando estes encontram-se cheios automaticamente os próximos volumes de água pluvial tenham passagem direta para o reservatório. É importante ressaltar que quando a chuva se encerra é necessário realizar o descarte desse volume de chuva armazenado, para que na próxima precipitação de chuva o processo se repita.

3.5 Tratamento da água coletada

A qualidade da água não potável armazenada, que será utilizada posteriormente para irrigação de hortas e jardins e lavagem de pisos e calçadas, deverá manter um padrão de qualidade obedecendo alguns requisitos, sendo que não deve: apresentar mau cheiro; conter componentes que possam agredir as plantas ou estimular o surgimento de pragas; ser abrasiva; manchar as superfícies; propiciar infecções e contaminações (SAUTCHUK et al., 2005, apud TESTON, 2012, p. 51).

Faz-se necessário dessa forma, o devido tratamento da água pluvial armazenada de modo que ela possa ser utilizada sem causar danos e preocupações. Será utilizado um clorador de passagem, o qual irá aplicar cloro na proporção de 0,5 – 3 mg/L de água (POLACHINI, 2017).

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados do estudo de implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis na instituição de ensino, Colégio Estadual Padre Cirilo – EFMP do município de Capanema –PR serão apresentados neste capítulo.

Serão apresentados os dados adquiridos e os resultados obtidos seguindo a mesma sequência apresentada na metodologia da pesquisa, visando o melhor entendimento do presente estudo.

4.1 Levantamento e análise dos dados pluviométricos

Os dados referentes a precipitação foram obtidos a partir da série histórica de chuvas disponível no site da ANA, sendo utilizada a estação pluviométrica localizada no próprio município de Capanema-PR. Inicialmente foi selecionado o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2020, porém este período apresentou alguns meses com falhas, sendo então escolhido outro período com ausência destas falhas. Assim, os dados são referentes ao período de 21 anos, compreendido entre janeiro de 1990 e dezembro 2010, os quais apresentam um registro contínuo dos dados da precipitação.

O anexo B apresenta os dados obtidos no site da ANA no período escolhido para a realização da análise da precipitação.

Com os dados do anexo B foi possível determinar a média mensal da precipitação, apresentada na figura 12. Ainda, afim de analisar os dados com maior nível de confiabilidade, ou seja, analisando as probabilidades da ocorrência da chuva analisada para previsões futuras, foi realizado a média com as probabilidades de 50% de chance de ocorrer, bem como para os valores de 75%, 85% e 95%. Esses valores são apresentados na figura 12, os quais serão utilizados para o desenvolvimento dos cálculos de dimensionamento do reservatório.

Figura 12 – Médias das precipitações mensais

ANO	JANEIRO (mm)	FEVEREIRO (mm)	MARÇO (mm)	ABRIL (mm)	MAIO (mm)	JUNHO (mm)	JULHO (mm)	AGOSTO (mm)	SETEMBRO (mm)	OUTUBRO (mm)	NOVEMBRO (mm)	DEZEMBRO (mm)	TOTAL ANUAL (mm)
MÉDIA	295,65	302,61	401,04	407,75	302,78	195,58	187,54	127,42	52,72	18,12	23,69	77,18	2392,07
PROBABILIDADE DE 50%	274,4	312,8	384,7	400	302	208	168,3	127,7	48,1	11,2	7,3	58,4	2302,9
PROBABILIDADE DE 75%	207,8	203,2	300,2	345,6	262,8	135,5	145,9	94,6	17,8	4,6	0,8	19	1737,8
PROBABILIDADE DE 85%	147,5	172,4	234,9	297,2	186,2	122	139,2	81,3	7	2,3	0,3	13,3	1403,6
PROBABILIDADE DE 95%	106,3	162,7	230	240,4	159,8	65,2	107,5	54,2	4,3	0	0	10	1140,4

Fonte: Autor

4.2 Determinação da demanda hídrica não potável da instituição

Para dimensionar o sistema de aproveitamento de água da chuva foi necessário determinar quais seriam os possíveis usos dessa água, para então quantificar a demanda de água não potável na instituição de ensino.

Inicialmente foi realizado uma entrevista com a direção do colégio, conforme o apêndice A, afim de obter algumas informações e dados necessários para o dimensionamento do sistema. Estas informações estão relacionadas ao número de pessoas que frequentam o local, conforme a tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Número de usuários da instituição de ensino

Ocupantes	Quantidade
Alunos	578
Professores	46
Funcionários	12
TOTAL	636

Fonte: Autor

Para este estudo foi proposto um sistema de utilização de água pluvial para a irrigação de hortas e jardins e para utilização na limpeza do prédio. Com isso, os dados obtidos estão relacionados a estas atividades.

Para irrigação de hortas e jardins, as áreas desses locais foram estimadas pelo projeto, pois não estão representados graficamente na planta baixa, e foram levantadas na entrevista também, afim de obter o valor mais próximo do real. Na entrevista também foi obtida a frequência com que ocorre essa irrigação, que é de 2 vezes por semana.

Os dados sobre a limpeza do colégio levantados pela entrevista estão relacionados a frequência que ocorre e a sua duração média. A limpeza ocorre geralmente 2 ou 3 vezes por semana com duração média de uma hora. Assim, foram considerados os valores que representam o maior consumo de água neste serviço, duração de 60 minutos com uma frequência de 3 vezes por semana.

Com os dados e informações obtidos realizou-se duas simulações de consumo provável de água não potável no colégio. A primeira simulação foi realizada considerando um consumo total provável em uma escola de modelo externato, que é o modelo do local de estudo, através da tabela da Sanepar (anexo C) que apresenta essa relação de consumo. Os resultados obtidos nesta simulação foram calculados em planilhas eletrônicas e são apresentados na figura 13 a seguir.

Figura 13 – Cálculo da demanda total da instituição

Demanda total da instituição		
Consumo Provável (SANEPAR)		
Escolas (externatos)	50	L/per capita.dia
População no colégio	636	pessoas
Consumo	31800	L/dia
Consumo mensal	699600	L

Fonte: Autor

Dessa forma a demanda total de água na instituição é de 699600 litros por mês. Com esse valor foi possível determinar a parcela relativa a limpeza da edificação e irrigação, que correspondem a 6% do consumo mensal, temos que cerca de 3% é em relação a limpeza e outros 3% com relação a rega de jardins e hortas (QASIM, 1994, apud SILVA, p. 45, 2019). Com isso foi calculado o consumo de água não potável da instituição para dimensionamento do sistema em estudo, o que resultou em 41,98 m³, conforme a figura 14.

Figura 14 – Cálculo da demanda não potável da instituição

Demanda não potável da instituição		
QASIM, 1994, apud SILVA, p. 45, 2019		
Limpeza (3% do consumo total)	20988	L
Irrigação (3% do consumo total)	20988	L
Consumo mensal	41976	L
Consumo mensal	41,98	m³

Fonte: Autor

A segunda simulação realizada levou em consideração a demanda para limpeza da edificação calculada pela vazão de uma torneira, que é de 10 a 20 L/min (QASIM, 1994, apud SILVA, p. 45, 2019), sendo considerado 20 L/min. Com isso foi multiplicado pela duração média da limpeza obtida na entrevista, esse valor foi multiplicado pela frequência que é realizada, 3 vezes por semana, e multiplicada pela quantidade de semanas no mês, considerada como 4 semanas. O resultado do consumo mensal para limpeza na instituição é apresentado na figura 15.

Figura 15 – Cálculo da demanda de água para limpeza da instituição

Demanda para limpeza pela vazão torneira		
QASIM, 1994, apud SILVA, p. 45, 2019		
Vazão torneira	20	L/minuto
Duração da limpeza	60	minutos
Consumo por limpeza	1200	L
Consumo semanal	3600	L
Consumo mensal	14400	L
Consumo mensal	14,4	m ³

Fonte: Autor

O resultado obtido para o consumo de água na limpeza do prédio foi de 14,4 m³ por mês. O consumo para irrigação de hortas e jardins foi calculado a partir da tabela de consumo provável da SANEPAR, a qual orienta um consumo de 1,5 L/m². A área de horta e jardins considerada foi de 120 m², sendo então calculado o consumo por irrigação, multiplicado pela frequência de 2 vezes por semana e por 4 semanas, obtendo assim um consumo mensal de 1,44 m³, conforme a figura 16.

Figura 16 – Cálculo da demanda de água para irrigação na instituição

Demanda para irrigação		
Consumo Provável (SANEPAR)		
Rega jardins	1,5	L/m ²
Área de horta e jardim	120	m ²
Consumo por rega	180	L
Consumo semanal	360	L
Consumo mensal	1440	L
Consumo mensal	1,44	m ³

Fonte: Autor

O resultado do consumo mensal de água não potável da instituição de ensino em estudo foi obtido somando as parcelas de 14,4 m³ utilizados na limpeza e de 1,44 m³ utilizados na irrigação, resultando em 15,84 m³.

Para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de água da chuva em estudo foi considerado a segunda simulação do cálculo da demanda hídrica, o valor da demanda para fins não potáveis é então de 15,84 m³ por mês.

4.3 Dimensionamento do sistema de captação de água pluvial

4.3.1 Definição das superfícies de captação

Neste estudo foi considerado como área de captação o telhado do ginásio de esportes do colégio, o qual possui uma área de projeção horizontal de 612 m². Após algumas análises no método de dimensionamento do reservatório, que será tratado

em seguida, foi determinado que a área de captação será somente uma parcela do telhado, metade da projeção total, pois através do método foi possível observar que de acordo com a demanda calculada, ao considerar toda a cobertura do ginásio de esportes teríamos um volume muito grande de água passando pelo sistema e sendo descartada, pois não seria armazenada e utilizada. Assim, a área de captação considerada é de 306 m².

4.3.2 Dimensionamento das calhas

O dimensionamento das calhas foi baseado na NBR 10844 (ABNT, 1989), onde foi calculado inicialmente a área de contribuição a partir das dimensões do ginásio de comprimento 33,85 m e largura de 18 m, resultando na largura de contribuição de 9 m e comprimento de 16,93 m. Com uma altura de 3 m do telhado, foi calculado a área de contribuição pela fórmula:

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

Onde:

A é a área de contribuição, em m²;

a é a largura de contribuição, em m;

h é a altura do telhado, em m;

b é o comprimento de contribuição, em m.

A área de contribuição calculada resultou em 177,71 m², conforme figura 17. A intensidade pluviométrica foi considerada a partir de um período de retorno de 5 anos e dados do município de Ponta Grossa-PR, que dos dados disponibilizados pela NBR é o que mais se aproxima do local de estudo, sendo a intensidade de 126 mm/h. Com isso, foi calculado a vazão de projeto através da fórmula:

$$Q = \frac{I \times A}{60}$$

Onde:

Q é a vazão de projeto, em L/min;

I é a intensidade pluviométrica, em mm/h;

A é a área de contribuição, em m².

A vazão de projeto resultou em 373,20 L/min, conforme pode ser observado na figura 17.

Figura 17 – Dimensionamento das calhas

CALHAS		
ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO		
a =	9	m
h =	3	m
b =	16,93	m
A =	177,71	m ²
INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA		
T =	5	anos
Ponta Grossa PR		
i =	126	mm/h
VAZÃO DE PROJETO		
Q =	373,20	L/min

Fonte: Autor

Com esses dados calculados foi possível determinar o diâmetro e a declividade da calha através da Tabela 3 da NBR 10844 (ABNT, 1989). Assim, as calhas do sistema de captação de água da chuva serão do tipo semicircular com diâmetro de 150 mm e declividade de 0,5%.

4.3.3 Dimensionamento do Reservatório pelo método Rippl

O dimensionamento do reservatório foi realizado através do método de Rippl, o qual é uma das sugestões da NBR 15527 (ABNT, 2007). Para calcular o volume do reservatório, o método necessita dos dados de chuva média mensal da localidade, da demanda mensal de consumo, da área de captação e do coeficiente de *runoff*. Esse coeficiente está relacionado ao material empregado na superfície de escoamento, na área de captação do sistema em estudo as telhas são corrugadas de metal, de acordo com a tabela 1 deste trabalho o coeficiente de *runoff* para esta situação será considerado igual a 0,8.

Com todos os dados necessários para aplicação do método já elencados foi calculado o volume do reservatório necessário para atender a demanda de consumo de água não potável da instituição. O método resultou em um volume de 24,38 m³ de reservatório, conforme demonstra a figura 18, que foi calculado através da diferença acumulada dos valores positivos da diferença entre o volume da demanda e do volume de chuva.

Figura 18 – Cálculo do método Rippl

				Demanda mensal (m ³) = 15,84		
Coeficiente de runoff = 0,8				Área de captação (m ²) = 306		
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva mensal (m ³)	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m ³)	Diferença acumulada dos valores positivos da coluna anterior (m ³)
Janeiro	295,65	15,84	306	72,37	-56,53	0,00
Fevereiro	302,61	15,84	306	74,08	-58,24	0,00
Março	401,04	15,84	306	98,17	-82,33	0,00
Abril	407,75	15,84	306	99,82	-83,98	0,00
Mai	302,78	15,84	306	74,12	-58,28	0,00
Junho	195,58	15,84	306	47,88	-32,04	0,00
Julho	187,54	15,84	306	45,91	-30,07	0,00
Agosto	127,42	15,84	306	31,19	-15,35	0,00
Setembro	52,72	15,84	306	12,91	2,93	2,93
Outubro	18,12	15,84	306	4,44	11,40	14,34
Novembro	23,69	15,84	306	5,80	10,04	24,38
Dezembro	77,18	15,84	306	18,89	-3,05	21,33
Total	2392,07	190,08		585,58		24,38

Fonte: Autor

Afim de analisar os volumes calculados para o reservatório em situações de maior confiabilidade, ou seja, considerando as probabilidades de 50%, 75%, 85% e 95% de chance que ocorra a chuva média mensal determinada em cálculo, foi calculado o método de Rippl para estas situações, os quais são apresentados a seguir pelas figuras 19, 20, 21 e 22.

Figura 19 – Cálculo do método Rippl com probabilidade de 50%

				Demanda mensal (m ³) = 15,84		
Coeficiente de runoff = 0,8				Área de captação (m ²) = 306		
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva mensal (m ³)	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m ³)	Diferença acumulada dos valores positivos da coluna anterior (m ³)
Janeiro	274,40	15,84	306	67,17	-51,33	0,00
Fevereiro	312,80	15,84	306	76,57	-60,73	0,00
Março	384,70	15,84	306	94,17	-78,33	0,00
Abril	400,00	15,84	306	97,92	-82,08	0,00
Mai	302,00	15,84	306	73,93	-58,09	0,00
Junho	208,00	15,84	306	50,92	-35,08	0,00
Julho	168,30	15,84	306	41,20	-25,36	0,00
Agosto	127,70	15,84	306	31,26	-15,42	0,00
Setembro	48,10	15,84	306	11,77	4,07	4,07
Outubro	11,20	15,84	306	2,74	13,10	17,16
Novembro	7,30	15,84	306	1,79	14,05	31,22
Dezembro	58,40	15,84	306	14,30	1,54	32,76
Total	2302,90	190,08		563,75		32,76

Fonte: Autor

O volume do reservatório necessário para a probabilidade de 50% calculado pelo método resultou em 32,76 m³ para atender a demanda de 15,84 m³. Já na situação da probabilidade de 75% o volume corresponde a 53,03 m³.

Figura 20 – Cálculo do método Rippl com probabilidade de 75%

Coeficiente de runoff = 0,8				Demanda mensal (m³) = 15,84		Área de captação (m²) = 306	
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m³)	Diferença acumulada dos valores positivos da coluna anterior (m³)	
Janeiro	207,80	15,84	306	50,87	-35,03	0,00	
Fevereiro	203,20	15,84	306	49,74	-33,90	0,00	
Março	300,20	15,84	306	73,49	-57,65	0,00	
Abril	345,60	15,84	306	84,60	-68,76	0,00	
Mai	262,80	15,84	306	64,33	-48,49	0,00	
Junho	135,50	15,84	306	33,17	-17,33	0,00	
Julho	145,90	15,84	306	35,72	-19,88	0,00	
Agosto	94,60	15,84	306	23,16	-7,32	0,00	
Setembro	17,80	15,84	306	4,36	11,48	11,48	
Outubro	4,60	15,84	306	1,13	14,71	26,20	
Novembro	0,80	15,84	306	0,20	15,64	41,84	
Dezembro	19,00	15,84	306	4,65	11,19	53,03	
Total	1737,80	190,08		425,41		53,03	

Fonte: Autor

Para a probabilidade de 85% o método de Rippl resultou no volume de 57,75 m³ de reservatório, atendendo as mesmas demandas de consumo mensal e área de captação. Já para probabilidade de 95% o volume é de 62,43 m³.

Figura 21 – Cálculo do método Rippl com probabilidade de 85%

Coeficiente de runoff = 0,8				Demanda mensal (m³) = 15,84		Área de captação (m²) = 306	
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m³)	Área de captação (m²)	Volume de chuva mensal (m³)	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m³)	Diferença acumulada dos valores positivos da coluna anterior (m³)	
Janeiro	147,50	15,84	306	36,11	-20,27	0,00	
Fevereiro	172,40	15,84	306	42,20	-26,36	0,00	
Março	234,90	15,84	306	57,50	-41,66	0,00	
Abril	297,20	15,84	306	72,75	-56,91	0,00	
Mai	186,20	15,84	306	45,58	-29,74	0,00	
Junho	122,00	15,84	306	29,87	-14,03	0,00	
Julho	139,20	15,84	306	34,08	-18,24	0,00	
Agosto	81,30	15,84	306	19,90	-4,06	0,00	
Setembro	7,00	15,84	306	1,71	14,13	14,13	
Outubro	2,30	15,84	306	0,56	15,28	29,40	
Novembro	0,30	15,84	306	0,07	15,77	45,17	
Dezembro	13,30	15,84	306	3,26	12,58	57,75	
Total	1403,60	190,08		343,60		57,75	

Fonte: Autor

Figura 22 – Cálculo do método Rippl com probabilidade de 95%

Coeficiente de runoff = 0,8				Demanda mensal (m ³) = 15,84		
				Área de captação (m ²) = 306		
Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva mensal (m ³)	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m ³)	Diferença acumulada dos valores positivos da coluna anterior (m ³)
Janeiro	106,30	15,84	306	26,02	-10,18	0,00
Fevereiro	162,70	15,84	306	39,83	-23,99	0,00
Março	230,00	15,84	306	56,30	-40,46	0,00
Abril	240,40	15,84	306	58,85	-43,01	0,00
Mai	159,80	15,84	306	39,12	-23,28	0,00
Junho	65,20	15,84	306	15,96	-0,12	0,00
Julho	107,50	15,84	306	26,32	-10,48	0,00
Agosto	54,20	15,84	306	13,27	2,57	2,57
Setembro	4,30	15,84	306	1,05	14,79	17,36
Outubro	0,00	15,84	306	0,00	15,84	33,20
Novembro	0,00	15,84	306	0,00	15,84	49,04
Dezembro	10,00	15,84	306	2,45	13,39	62,43
Total	1140,40	190,08		279,17		62,43

Fonte: Autor

A partir das análises do método Rippl para determinação do volume do reservatório do sistema de aproveitamento de águas pluviais, será considerado o volume de 24,38 m³, o qual é resultado da aplicação do método sem consideração das probabilidades, visto que a análise dessas probabilidades resultaram em volumes bem maiores. E, como a NBR 15527 (ABNT, 2007) propõe a utilização do método sem a necessidade de consideração dessas probabilidades, será esse o valor considerado.

Dessa forma, serão utilizados no sistema de captação do colégio dois reservatórios de polietileno de 15 m³, os quais resultam na possibilidade de armazenar um total de 30 mil litros de água da chuva. Para a escolha do local de implantação dos reservatórios foi analisado a proximidade dos pontos de coleta, disponibilidade de espaço e topografia, visando a utilização da água sem necessidade de bombeamento, o local escolhido é apresentado no projeto arquitetônico da instituição, no apêndice B.

4.3.4 Dispositivos de condução da água da chuva

O dimensionamento dos dispositivos de condução da água pluvial foi realizado conforme as prescrições da NBR 10844 (ABNT, 1989).

Os condutores verticais foram dimensionados através dos dados de vazão de projeto, altura da lâmina de água na calha e do comprimento do condutor vertical, estes dados são apresentados, respectivamente, na figura 23 a seguir. O dimensionamento foi realizado a partir do ábaco para calha com saída em aresta viva, e resultou em um diâmetro de 75 mm para os condutores verticais.

Figura 23 – Dimensionamento condutores verticais

CONDUTORES VERTICAIS		
Saída da calha: Aresta viva		
Q =	373,20	L/min
H =	100	mm
L =	0,3	m
DIMENSIONAMENTO		
Através do ábaco da NBR 10844		
D =	75	mm

Fonte: Autor

Para dimensionar os condutores horizontais foram considerados o valor da vazão de projeto de 373,20 L/min, coeficiente de rugosidade como sendo 0,011 e declividade de 2%, conforme a figura 24, com isso, através da tabela 4 da NBR 10844 (ABNT, 1989) foi determinado o diâmetro de 100 mm para os condutores horizontais.

Figura 24 – Dimensionamento condutores horizontais

CONDUTORES HORIZONTAIS		
Q =	373,20	L/min
n =	0,011	
Declividade =	2%	
DIMENSIONAMENTO		
Através da tabela 4 da NBR 10844		
D =	100	mm

Fonte: Autor

Afim de utilizar somente um diâmetro nos dispositivos de condução de água da chuva, foi escolhido o maior diâmetro calculado entre os condutores verticais e horizontais. Assim, os condutores verticais e horizontais terão diâmetro de 100 mm e estão dispostos conforme projeto do apêndice B, de forma a coletar a água da chuva das calhas e conduzir ao reservatório no menor trajeto possível.

4.3.5 Pré filtragem

Para dimensionar o dispositivo de pré filtragem da água da chuva, o qual irá armazenar o volume da chuva inicial afim de recolher as sujeiras e impurezas antes de entrar no reservatório, para serem descartadas, foi considerado o volume de 2 mm de precipitação inicial (NBR 15527, ABNT, 2019) e calculado ao volume correspondente na área de captação, o que resultou em 0,612 m³ de água a ser captada para descarte, conforme a figura 25. Para a confecção deste dispositivo foi

considerado tubos de PVC de 500 mm de diâmetro, o qual precisa de um comprimento de 3,6 m para obter o volume necessário para recolher a chuva inicial.

Figura 25 – Dimensionamento condutores horizontais

Pré filtragem		
Volume =	2	mm = 2 L/m ²
Área =	306,00	m ²
DIMENSIONAMENTO		
Volume =	612	L
Volume =	0,612	m ³
VOLUME TUBO 500 mm		
Altura =	3,6	m
Volume =	0,707	m ³

Fonte: Autor

Para o dispositivo em questão optou-se por utilizar dois tubos de 500 mm de diâmetro com comprimento de 1,8 m, os quais serão acoplados a tubulação horizontal anterior a entrada do reservatório. Vale ressaltar, que a cada chuva que se encerra é necessário esvaziar o dispositivo de pré filtragem para que na próxima precipitação o processo se repita.

Após esse dispositivo de pré filtragem será instalado um clorador de passagem para tratamento da água coletada, esse irá aplicar cloro na água que irá ser armazenada, afim de evitar contaminações.

4.4 Avaliação do potencial de economia de água potável

O potencial de economia de água potável por mês pode ser determinado através da comparação do volume mensal de água captada pela demanda mensal analisada (GHISI, 2011, apud MANZI, 2018, p. 50), através da equação:

$$P_{EAP} = \frac{V}{D_{AP}} \times 100$$

Onde:

P_{EAP} é o potencial de economia de água, em %;

V é o volume mensal de água de chuva captada, em m³;

D_{AP} é a demanda mensal de água potável analisada, em m³.

Com isso, temos na figura 26 os resultados dessa análise aplicados ao sistema em estudo:

Figura 26 – Potencial de economia de água

Mês	Volume mensal de água de chuva captada (m ³)	Demanda mensal de água potável analisada (m ³)	Potencial de economia de água (%)
JANEIRO	72,37	15,84	100
FEVEREIRO	74,08	15,84	100
MARÇO	98,17	15,84	100
ABRIL	99,82	15,84	100
MAIO	74,12	15,84	100
JUNHO	47,88	15,84	100
JULHO	45,91	15,84	100
AGOSTO	31,19	15,84	100
SETEMBRO	12,91	15,84	81
OUTUBRO	4,44	15,84	28
NOVEMBRO	5,80	15,84	37
DEZEMBRO	18,89	15,84	100

Fonte: Autor

Considerando o volume potencial de captação e a demanda estimada do sistema de aproveitamento de águas pluviais em estudo, tem-se toda a demanda de consumo sendo suprida pela captação de água da chuva nos meses com valores de 100% de aproveitamento, ou seja, toda a demanda está sendo atendida pela chuva captada no mês. Para os meses de setembro, outubro e novembro os valores de aproveitamento são inferiores a 100%, o que significa que o volume de chuva captado é inferior ao volume da demanda. Para tanto, com o dimensionamento do reservatório de água pluvial estabelecido para suprir este volume de água nestes meses, essa demanda será totalmente atendida através do estoque de água pluvial dos meses anteriores, ou seja, durante todo o ano o sistema apresentará uma economia de 100% de água potável relativa aos serviços de limpeza do colégio e irrigação de hortas e jardins.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos objetivos propostos para o presente estudo e os resultados obtidos, conclui-se que foi possível desenvolver um sistema de utilização de águas pluviais para fins não potáveis no Colégio Estadual Padre Cirilo – EFMP, localizado no município de Capanema/PR. Para isso foi necessário efetuar o levantamento de dados pluviométricos da região de estudo afim de caracterizar as precipitações e suas intensidades, bem como determinar a demanda hídrica para uso não potável na instituição de ensino, tais dados foram caracterizados para ser possível dimensionar o sistema de acordo com as características da localidade, resultando num sistema adequado com a situação real do local. Com isso foi possível elaborar o dimensionamento do sistema e seus componentes de captação, filtragem, armazenamento e tratamento para a instituição de ensino.

Para determinar a demanda de água não potável da instituição de ensino foi necessário realizar um levantamento de dados referentes a população que ocupa o colégio, bem como informações referentes as atividades de limpeza da edificação e rega de jardins e hortas, como a frequência que as atividades são realizadas e a duração que as mesmas possuem. Com isso, atrelado a consumos potenciais estabelecidos pela Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), para determinadas localidades e atividades, e também dados de vazão de equipamentos hidráulicos foi possível determinar o volume de 15,84 m³ de demanda hídrica não potável da instituição.

Para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais foram utilizadas as diretrizes estabelecidas pela ABNT, nas normas NBR 10844, NBR 15527 e NBR 5626, com as quais foram dimensionados os reservatórios, calhas, condutores verticais e horizontais, sistema de pré filtragem e tratamento. O dimensionamento do reservatório foi realizado através do método de Rippl, prescrito pela NBR 15527, o qual resultou em um volume de 24,38 m³, calculado a partir das séries históricas de chuva da região de Capanema-PR, da demanda hídrica não potável e da área de captação, que foi determinada como sendo uma parcela do telhado do ginásio de esportes do colégio.

Desta maneira, o presente estudo constatou que a implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis na instituição de ensino, Colégio Estadual Padre Cirilo – EFMP, contribui na diminuição do consumo de água potável, visto que terá 100% de aproveitamento na substituição da água nos serviços de limpeza e irrigação, conseqüentemente redução nos custos atrelados a ela. Ainda,

se mostra uma solução viável na problemática da escassez hídrica, se apresentando como uma fonte alternativa de água. Com isso, esse sistema também se apresenta como uma forma de conscientização dos alunos e demais envolvidos no colégio acerca da importância da água, do seu uso racional e sustentável, bem como na importância da preservação desse recurso para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNECCHINI, Karla Ponzo Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10844**: instalações prediais de águas pluviais - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12217**: projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527**: aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527**: aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5626**: sistemas prediais de água fria e água quente – projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

BEULKE, Aline M. **Proposta de implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva na UTFPR campus Pato Branco – Paraná**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

BRASIL. **Resolução ANA n. 77, de 01 de junho de 2021**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/eventos-criticos/salas-de-acompanhamento/parana>. Acesso em: 26 nov. 2021.

BRASIL. **Sistema Nacional de Meteorologia**. Nota Conjunta do Sistema Nacional de Meteorologia. Brasília, 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/sistema-nacional-de-meteorologia-snm-emite-alerta-de-emerg%C3%Aancia-h%C3%ADdrica>. Acesso em: 26 nov. 2021.

CARVALHO, Raquel S. de. **Potencial Econômico do Aproveitamento de Águas Pluviais: Análise da implantação de um sistema para a região urbana de Londrina**. 2010. Monografia (Especialização em Construção de Obras Públicas) – Universidade Federal do Paraná, Matosinhos, 2010.

COSTA, Ana Carla. M. **Viabilidade de um sistema de aproveitamento de águas pluviais no Colégio Estadual de Campo Mourão**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

FAVRETTO, Carliana R. **Captação da água da chuva para utilização na lavagem de veículos: estudo de caso para o município de Pelotas – RS**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016.

FORTLEV. **Reservatórios**. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/categorias/reservatorios/>. Acesso em: 03 jun. 2022.

IBGE. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Panorama Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/capanema/panorama>. Acesso em: 02 dez. 2021.

IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). **Passo a passo: água da chuva**. Disponível em: https://www.ipt.br/noticia/905-passo_a_passo:_agua_de_chuva.htm. Acesso em: 03 jun. 2022.

KARLINSKI, Thayse. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em edificações de ensino**: estudo de caso em São Luiz Gonzaga – Rio Grande do Sul. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2015.

MANZI, Thiago F. D. **Viabilidade de sistema de aproveitamento de água de chuva na sede do Ministério Público do Estado do Paraná em Curitiba**. 2018. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino**: estudo de caso em Florianópolis – SC. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. 2004. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

NUNES, Sheila Patricia. **Sistema de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis**: estudo de implantação em uma edificação residencial no município de São Paulo. 2018. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Curso de Pós-Graduação do Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

PEREIRA, Daiane Fernandes; FONSECA, Letícia Rodrigues; JUNQUEIRA, Bárbara Martinez. A Água Mineral como Recurso Hídrico. **Revista Augustus**, v. 29, n. 56, p. 155-173, 2022.

PISANI, Maria A. J.; GIL, Erica. L. **A arquitetura e os sistemas de aproveitamento de águas pluviais em residências**: constatações e perspectivas. São Paulo, 2010. Disponível em: https://www.usp.br/nutau/sem_nutau_2010/perspectivas/gil_ericalemos.pdf. Acesso em: 02 mai. 2017.

POLACHINI, Felipe B. **Elaboração de um projeto executivo para aproveitamento de águas pluviais no bloco “E” da UTFPR câmpus Toledo e comparação com o sistema implantado**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, 2017.

RODRIGUES, M. L. **Dimensionamento de um sistema de captação da água da chuva no Centro de Energias Renováveis da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá-Unesp**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

SABESP. **Uso Racional da Água**: dicas de economia. 2022. Disponível em: <https://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=140#:~:text=De%20aco>

rdo%20com%20a%20Organiza%C3%A7%C3%A3o,mais%20de%20200%20litros%20Fdia. Acesso em: 17 mai. 2022.

SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). **Tabela de Consumos Potenciais**. Disponível em: https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com.br/files/informacoes-tecnicas/projeto-hidrossanitario/tabela_consumos_potenciais_2010.pdf. Acesso em: 01 jun. 2022.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Manual de construção do separador “padrão” simples de água de chuva**. Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/separador-de-agua-de-chuva2.htm>. Acesso em: 03 jun. 2022.

SILVA, João B. da. **Modelagem da demanda de água de abastecimento para a cidade de Pirassunga – SP**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

TESTON, Andréa. **Aproveitamento de água da chuva: um estudo qualitativo entre os principais sistemas**. 2012. Monografia de especialização no Programa de pós-graduação em Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento da água de chuva**. 2ed. São Paulo: Navegar, 2003.

ZAIKA, Marina G. D. **Estudo de viabilidade de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em uma residência unifamiliar**. 2016. Monografia de especialização – Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

APÊNDICE A - Roteiro da entrevista

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Entrevista a ser realizada com a direção do colégio.

Dados sobre a população do local

Número de alunos matriculados na instituição: _____

Número de professores: _____

Número de funcionários: _____

Dados sobre a limpeza do local

Tipo de limpeza: _____

Frequência em que é realizada: _____

Duração média da limpeza: _____

Dados sobre hortas e jardins

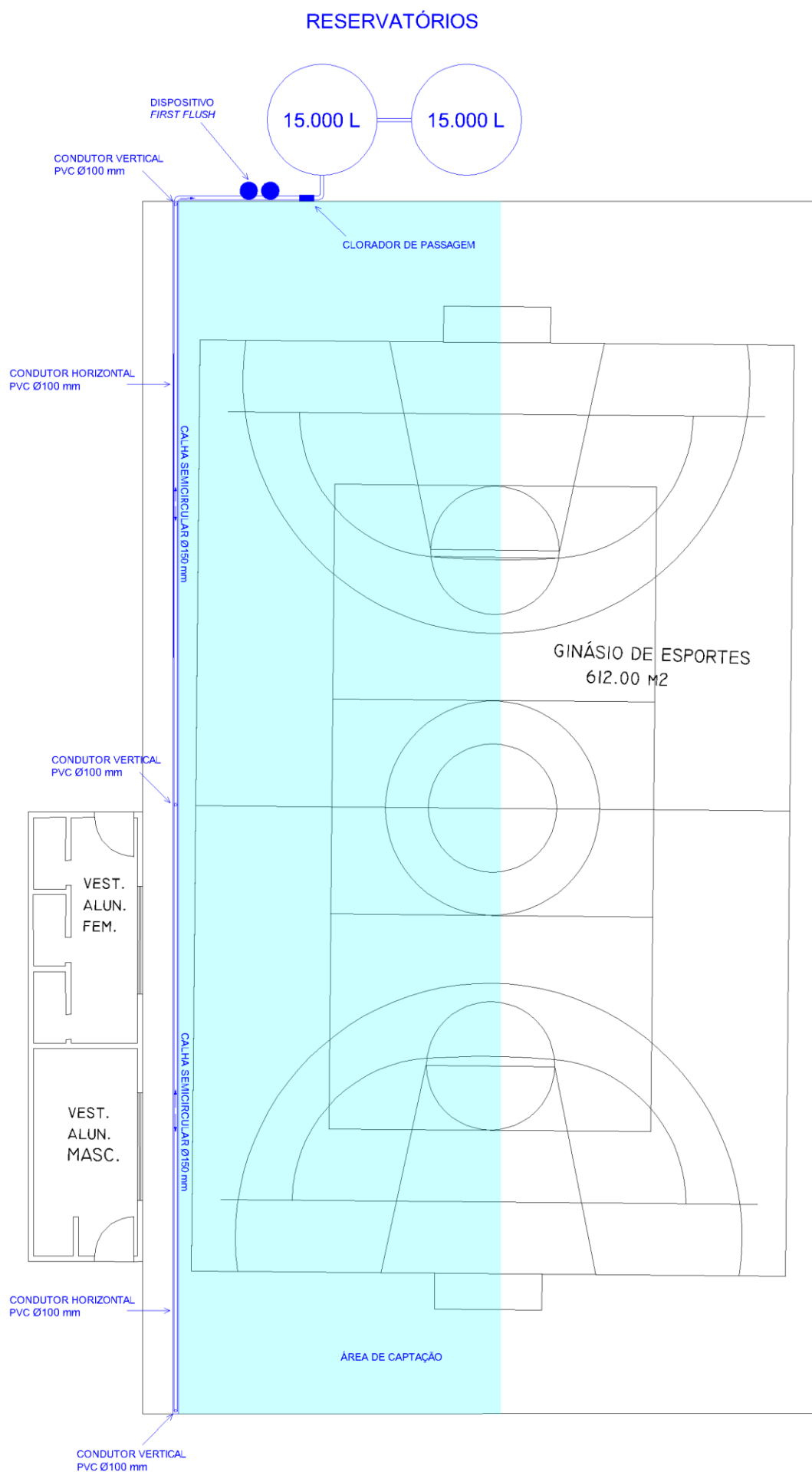
Área aproximada de horta: _____

Área aproximada de jardins: _____

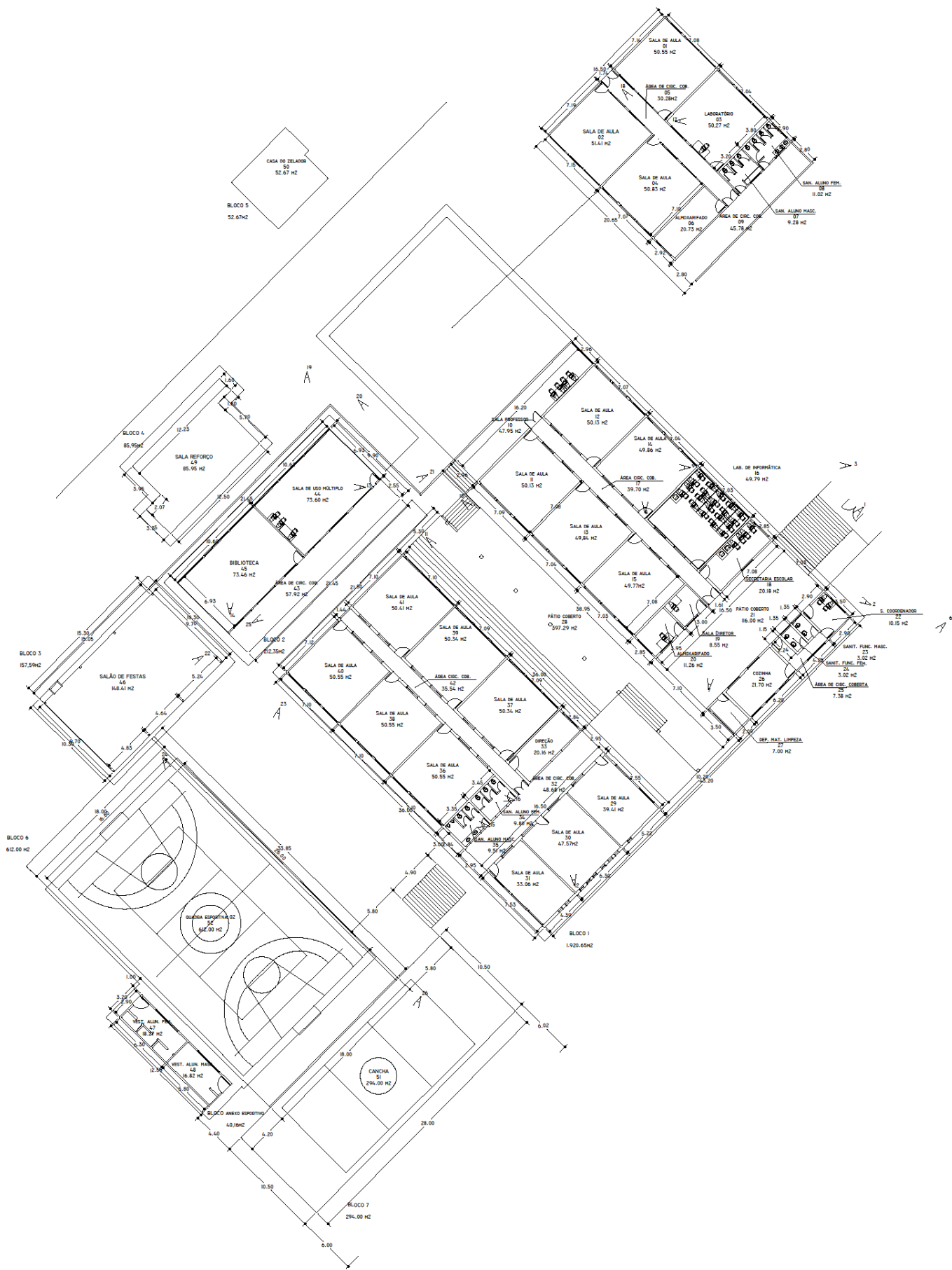
Frequência que são irrigados: _____

Duração média: _____

APÊNDICE B - Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais



ANEXO A - Planta baixa da instituição de ensino



ANEXO B - Série histórica de chuva da região de Capanema-PR

ANO	JANEIRO	FEVEREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO	TOTAL ANUAL
1990	248,3	326,5	214,4	281,2	163,2	136,8	151	143,3	27,8	9,6	6,8	58,4	1767,3
1991	689,2	287,2	478,6	577,1	272,6	230	181,9	167	5,5	19,8	0,7	29,4	2939
1992	215,4	312,8	375,9	240,4	159,8	122	168,2	72,2	4,3	2,3	0,3	13,3	1686,9
1993	106,3	299,2	255,7	458,2	271	276,8	199	99,6	52,8	74,4	99,8	101,3	2294,1
1994	365,1	361,8	427,4	368,4	308,8	380,6	149,7	209,5	44,7	40,6	29,3	138,7	2824,6
1995	312,2	379	234,9	363,2	458,3	260,1	159,7	94,6	19,3	0	58	99,5	2438,8
1996	347,6	330	629,3	371,3	339,6	135,5	222,3	159,1	77,5	9,8	7,3	19	2648,3
1997	274,7	150,8	643,9	448,1	208,9	58,1	145,9	187,5	0,4	0	27,6	42,2	2188,1
1998	449,2	162,7	521,1	464,4	325,7	249,5	316,6	153,2	68,7	30,1	61,6	125,2	2928
1999	217,5	359,3	400,7	443,4	302	266,7	187,4	105,2	138,9	24,6	6,4	143,9	2596
2000	547,7	372	364,5	334,3	298,7	122,3	335,8	166,3	48,1	8,4	15,6	59,2	2672,9
2001	461,4	419,7	469,1	556,8	262,8	194,2	191	106,5	131,7	2	10	0,9	2806,1
2002	397,8	230,1	300,2	378	331,7	232,3	139,2	81,3	16,5	8,9	0,8	31	2147,8
2003	274,4	675,3	432	528,3	323,2	208	139,8	85,9	32,9	17,6	2,9	14	2734,3
2004	132,8	172,4	233,6	166,1	130	171,7	113,8	224	92,9	15,1	0	56,5	1508,9
2005	147,5	203,2	358,6	345,6	326,9	65,2	302	54,2	7	15,5	7,3	196,4	2029,4
2006	216,2	177,2	506,1	297,2	333,2	80,9	107,5	136,5	69,8	11,2	46,2	12	1994
2007	55,5	386,3	352,3	400	354,5	140,6	252,5	145,8	75,1	28,1	0	140,6	2331,3
2008	385,2	168,4	608,8	597,7	294,1	260,4	106,3	110,1	118,4	53,7	11,2	92,5	2806,8
2009	207,8	351,3	384,7	504,8	707,1	300,6	168,3	46,3	17,8	4,2	0	10	2702,9
2010	156,8	229,6	230	438,3	186,2	214,9	200,4	127,7	57	4,6	105,7	236,8	2188

ANEXO C - Tabela de Consumos Potenciais (Sanepar, 2022)

Tabela de Consumos Potenciais	
Tipo de Edificação	Consumo Provável
1 Conj./cond. resid. c/ aptos. até 50m ²	8,5 m ³ /ec. mês
2 Conj./cond. resid. c/ aptos. de 51 a 65m ²	10,3 m ³ /ec. mês
3 Conj./cond. resid. c/ aptos. de 65 a 80 m ²	12,5 m ³ /ec. mês
4 Conj./cond. resid. c/ aptos. de 80 a 100m ²	15,3 m ³ /ec. mês
5 Conj./cond. resid. c/ aptos. de 100 a 130m ²	17,5 m ³ /ec. mês
6 Conj./cond. resid. c/ aptos. de 130 a 200 m ²	21,0 m ³ /ec. mês
7 Conj./cond. resid. c/ aptos. de 200 a 350m ²	23,5 m ³ /ec. mês
8 Conj./cond. resid. c/ aptos. acima de 350 m ²	35,0 m ³ /ec. mês
9 Hotéis (sem cozinha e sem lavanderia)	120 lhóspede.dia
10 Hotéis (com cozinha e com lavanderia)	250 lhóspede.dia
11 Hospitais (exclusivamente pacientes internados)	250 l/leito.
12 Escolas (externatos)	50 l/per capita.dia
13 Escolas (internatos)	150 l/per capita.dia
14 Escolas(semi-internatos)	100 l/per capita.dia
15 Quartéis	150 l/per capita.dia
16 Creches	50 l/per capita.dia
17 Edifícios públicos/comerciais	80 l/per capita.dia
18 Supermercados c/ praça de alimentação	5 l/ m ² de área. dia
19 Restaurante/	25 l/refeição.dia
20 Escritórios	50 l/per capita. dia
21 Lavanderia	30 l/kg roupa seca.dia
22 Lava car (lavagem completa)	300 l/veículo.dia
23 Abatedouros de aves (ou de peq. porte)	40 l/ave.dia
24 Abatedouros de caprinos e ovinos	300 l/cabeça.dia
25 Abatedouros de suínos (ou de médio porte)	500 l/cabeça.dia
26 Abatedouros de reses (ou de grande porte)	800 l/cabeça.dia
27 Indústria - uso pessoal	80 l/per capita.dia
28 Indústria - com restaurante	100 l/per capita. dia
29 Indústria concreteira	150 l/m ³ concreto.dia
30 Orfanatos	150 l/per capita.dia
31 Asilos	150l/per capita.dia
32 Igrejas/templos	2 l/assento.dia
33 Piscinas (lâmina de água)	2,5 l/m ² .dia
34 Laticínios	2,5 litro leite prod.dia
35 Jardins(rega)	1,5 l/m ²