

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO COLÉGIO ESTADUAL DO
CAMPO SANTO REI, DISTRITO SANTO REI, CIDADE NOVA CANTU - PARANÁ**

GABRIEL SILVEIRA KAWATOKO

CAMPO MOURÃO

2019

GABRIEL SILVEIRA KAWATOKO

**PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO COLÉGIO ESTADUAL DO
CAMPO SANTO REI, DISTRITO SANTO REI, CIDADE NOVA CANTU - PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientadora: Prof. Dra. Vera Lucia Barradas
Moreira

CAMPO MOURÃO
2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO
Trabalho de Conclusão de Curso
PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL NO COLÉGIO ESTADUAL DO
CAMPO SANTO REI, DISTRITO SANTO REI, CIDADE NOVA CANTU - PARANÁ

por
Gabriel Silveira Kawatoko

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 15h00min do dia 09 de Dezembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Adalberto Luiz Rodrigues de
Oliveira
(UTFPR)

Prof. Dra. Paula Cristina de Souza
(UTFPR)

Prof^a. Dr^a. Nome da Nome
(UTFPR)
Co-orientador

Prof. Dra. Vera Lucia Barradas Moreira
(UTFPR)
Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:
Prof. Dr(a). Paula Cristina de Souza

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado à oportunidade de viver cada dia desta minha vida. Agradeço também a minha família que sempre me apoiou nos momentos mais difíceis, não chegaria a lugar nenhum sem eles, tiveram toda paciência necessária com meus inúmeros erros, acreditaram em minha formação acadêmica, me bancaram com cada necessidade ou futilidade que eu quis, e me deram conforto e carinho todos os dias, tal carinho manifestado por vídeo, ligação ou até mesmo por uma simples mensagem de boa noite.

Aos meus amigos e colegas de caminhada, que dividiram cada luta e conquista ao meu lado. São inúmeros que ao citar um por um, terias mais paginas que meu trabalho. Aos meus amigos de Araçatuba, aos meus amigos de pensionato, aos meus amigos de sala, aos meus amigos de república, aos meus amigos de outras repúblicas, amigos de atlética, amigos da cidade (de mesma mãe) etc. Um muito obrigado a todos esses loucos que compartilhavam cada dia ao meu lado.

A Professora Vera, pela orientação e calma com meus atrasos e sumidas ao longo deste trabalho. Estendendo a todos os professores que passaram por minha vida, pois sou o que aprendi com cada um deles.

Por último a Universidade Tecnológica federal do Paraná (UTFPR), que disponibilizou de toda estrutura, material e técnica para minha formação, esta universidade escreve mais uma bela página da minha história. Obrigado e sentirei saudades.

RESUMO

A questão da água potável no mundo ganha cada vez mais importância nos dias de hoje e diversos métodos e técnicas são estudados com a intenção de otimizar e racionalizar o seu uso. Em meio ao papel desempenhado pela água e os diversos tipos de emprego que ela possui, o mal uso se torna preocupante, fato cada vez mais recorrente principalmente no uso excessivo, inapropriado e poluição dos rios. Assim a captação e o reuso de água da chuva se apresenta como um desses métodos visto que pode-se aplicá-la em várias tarefas diárias, tanto em residências, estabelecimentos comerciais e industriais como em instituições de ensino. Neste contexto, este trabalho tem como norte realizar um projeto de captação de água pluvial no Colégio do Campo Santo Rei, Distrito Santo Rei, cidade Nova Cantu - Paraná e atuar na economia significativa de água no seu dia a dia e na conscientização do seu uso adequado em toda a escola, visto que a faixa de idade que frequenta o colégio é a que recebe o título de futuro. O estudo realizado neste trabalho mostra o projeto de captação de água pluvial viável para o colégio, tanto na parte de locação dos reservatórios, como também nos estudos pluviométricos da região de Nova Cantu. Este trabalho, também, serve como base para futuros aprimoramentos sobre o mesmo.

Palavras chaves: Água pluvial. Captação. Potável. Reuso. Reservatório.

ABSTRACT

The issue of potable water in the world gains each time more importance in today's scenario and multiple methods and techniques are studied with the purpose of optimizing and rationalize its use. In between the role played by water and its diverse usage, the misuse becomes a concern, fact that is each time more common and especially on the excessive use, misuse and rivers pollution. Therefore the capture and reuse of rainwater are presented as one of the methods that can be used and applied to several daily activities, even in residences, commercial and industrial establishments or educational institutions. On this context, the main purpose of this paper is to create a project of rainwater captions at Campo Santo Rei School, located at the district Santo Rei in the city of Nova Cantu - Paraná and actuate in a significant water saving on its daily activities and in the awareness of its proper use in the whole school, since the age group attending the institution receives the title of future. The study performed in this paper shows the pluvial water caption project for the school, either in the reservoir location part, as well in the pluviometric studies of Nova Cantu's region. This paper also serves as base for future improvements regarding the same.

Keywords: Rainwater. Caption. Potable. Reuse. Reservoir.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Ciclo hidrológico e suas etapas	10
Figura 2. Distribuição hidrológica	10
Figura 3. Distribuição dos recursos hídricos no Brasil	11
Figura 4. Sistema de captação de água pluvial	13
Figura 5. Área de telhado	14
Figura 6. Dispositivo de descarte de sólidos disponível em mercado	16
Figura 7. Dispositivo de descarte de sólidos caseiro	17
Figura 8. "Torneira de boia" ou "boia que flutua"	18
Figura 9. Reservatório de tubos	19
Figura 10. Cisterna de tijolos.....	21
Figura 11. Reservatório de fibra de vidro	22
Figura 12. Reservatório de plástico rotomoldado	23
Figura 13. Reservatório de inox	23
Figura 14. Nova Cantu - Paraná	27
Figura 15. Colégio Santo Rei	28
Figura 16. Implantação do Colégio estadual Santo Rei.....	29
Figura 17. Totais mensais de precipitação 1994-2013 Nova Cantu	31
Figura 18. Bloco A e bloco A de cálculo	33
Figura 19. Alturas de precipitação - Resumo anual (mm).....	35
Figura 20. Reservatórios interligados	37
Figura 21. Sistema de descarte da primeira chuva.....	38
Figura 22. Reservatório	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico pluviométrico mensual (mm) 1994-2013 Nova Cantu.....	32
---	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ITP	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ONU	Organização das Nações Unidas
PVC	Policloreto de Vinil

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVOS	7
2.1	OBJETIVO GERAL	7
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3	JUSTIFICATIVA	8
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
4.1	ÁGUA PLUVIAL	9
4.2	POTABILIDADE DA ÁGUA	11
4.3	SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL	12
4.3.1	Telhados	14
4.3.2	Sistemas de distribuição	14
4.3.3	Dispositivo de descarte de sólidos	15
4.3.4	Sistema de descarte da primeira chuva	17
4.3.5	Reservatórios	19
4.4	MÉTODOS PARA DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO	24
4.4.1	Método de Rippl	24
4.4.2	Método da Simulação	24
4.4.3	Método prático Alemão	25
4.4.4	Método prático Australiano	25
4.4.5	Método de Azevedo Neto	25
4.4.6	Método prático Inglês	25
5	METODOLOGIA	27
5.1	CARACTERÍSTICAS DO COLÉGIO ESTADUAL DO CAMPO SANTO REI	27
5.2	ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS	29
5.3	CÁLCULOS PRELIMINARES	32
5.4	DIMENSIONAMENTO E DEFINIÇÃO DO RESERVATÓRIO	35
5.5	SISTEMA DE FILTRAGEM E DESCARTE DA PRIMEIRA CHUVA	37
5.6	INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO	39
6	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE A - Locação dos reservatórios	45
	APÊNDICE B - Vista lateral bloco A	46

1 INTRODUÇÃO

A água é elemento vital para todo ser vivo. Consumo, limpeza e lazer são algumas das atividades onde os seres vivos usufruem da água, porém uma pequena parcela de 3% de água do planeta é constituída por água doce, conseqüentemente própria para consumo humano.

Em meio ao papel desempenhado pela água e os diversos tipos de emprego que ela possui, o mal uso vem se tornando preocupante, fato cada vez mais recorrente principalmente no uso excessivo, inapropriado e poluição dos rios. Por isso é fundamental o aumento das pesquisas na área e a disseminação de métodos de economia e cuidado com o consumo de água, como por exemplo o sistema de captação, armazenamento e distribuição da água da chuva, tanto para uso potável como não potável. De acordo com “Tomaz” (2010) grande parte dos engenheiros em toda a parte do Brasil, estão se aprofundando cada vez mais sobre o assunto de captação da água da chuva. Inúmeras dissertações de mestrados, teses e doutorados estão sendo elaboradas, demonstrando a pertinência e interesse pelo assunto.

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) no Brasil, as estações de chuvas e secas são bem definidas, porém são necessários a presença de estudos para ter um máximo aproveitamento da água, e com isso ter uma gestão mais eficiente dos reservatórios, onde em períodos chuvosos ocorra uma boa coleta de chuva e nos períodos de secas haja uma boa disponibilidade de água nos reservatórios.

Neste contexto, este trabalho vem para disseminar ainda mais a prática de captação de águas pluviais, sanar algumas dúvidas acerca do processo de captação e armazenamento da água, e de realizar um dimensionamento para aplicá-lo no Colégio Estadual do Campo Santo Rei, Distrito Santo Rei, cidade de Nova Cantu – Paraná, visando a sustentabilidade e a educação ambiental.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar o estudo de um sistema de captação de água pluvial para uso não potável no colégio estadual do Campo Santo Rei no Distrito de Santo Rei – Município de Nova Cantu – Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Pesquisar bibliografia sobre o assunto para selecionar a opção que se aplica à escola em questão;
- Levantar documentação das informações e projetos da escola;
- Elaborar o estudo de captação e dimensionar os elementos necessários para a implementação da coleta e distribuição de água da chuva para uso não potável;

3 JUSTIFICATIVA

O estudo sobre o uso da água é uma problemática de extrema importância, onde é possível notar que o mesmo está vinculado a diversas tarefas do dia-a-dia como consumo, lavagens em geral, uso em redes de esgoto, entre outros, porém é necessário uma maior cautela quanto ao seu uso já que segundo relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) a escassez de água afetará dois terços da população mundial em 2050. Neste contexto estudos e ações de conscientização do seu uso torna-se primordial.

De acordo com site da eCycle o uso de sistemas de reuso de águas da chuva pode gerar uma economia de cerca de 50% na conta de água, sendo assim uma ótima alternativa para economizar dinheiro, e conseqüentemente economia de água, seja ela potável ou não

Segundo Tomaz (2010) uma das barreiras ao aproveitamento da água de chuva no Brasil é a falta de incentivo das empresas de água e esgoto. Contudo inúmeras cidades ao redor do mundo estimulam seus consumidores a terem diversas alternativas de armazenamento e utilização da água, com foco da economia e no combate ao desperdício.

Assim este trabalho está inserido no contexto acima descrito quando atua para a conscientização do uso racional da água e como base para projetos futuros, não só em escolas públicas, mas também em outros setores produtivos da sociedade.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

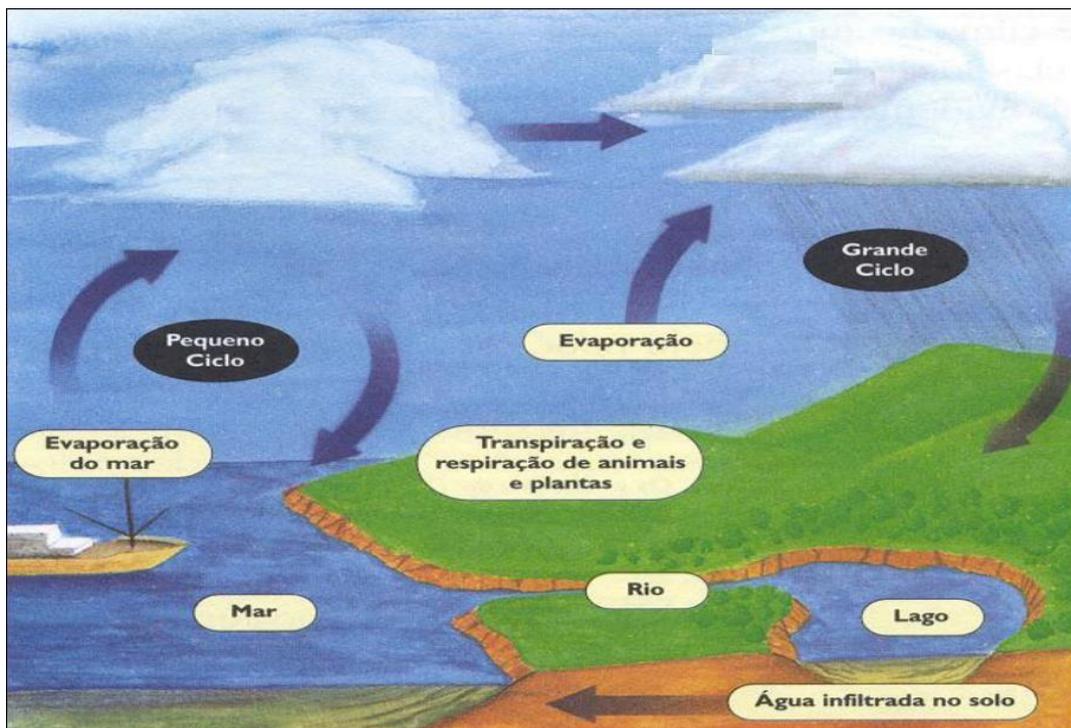
4.1 ÁGUA PLUVIAL

Com uma crescente da demanda por água, devido ao aumento populacional, os mananciais utilizados para abastecimento de água tornaram-se escassos, por isso há uma necessidade de procura por novas técnicas e métodos para a captação e armazenamento de água.

A captação de água da chuva nas edificações vem como uma fonte alternativa, gerando economia em contas e reduzindo a demanda por água nos sistemas de abastecimento. Porém para um máximo aproveitamento são necessários estudos sobre sua eficiência, no qual é importante destacar a sua finalidade, público, adequação nas instalações prediais, armazenamento e distribuição.

De início, saber sobre a água doce e precipitação são de extrema importância neste trabalho, pois é o cerne da captação de água pluvial. Em um ciclo hidrológico a água permanece nos seus três estados físicos sendo eles: sólido, líquido e gasoso, distribuídos em toda superfície terrestre e, também na atmosfera. Toda essa água esta em constante transformação quanto a sua forma, e uma dessas transformações ocorre quando a água precipita, tornando-se chuva, transformação de gasoso para líquido. É importante lembrar que entre essas trocas de estado a massa de água presente no planeta Terra permanece constante, livre de ganhos e perdas, como sugere a figura abaixo.

Figura 1. Ciclo hidrológico e suas etapas



Fonte: DNAEE apud STUART & CAMPOS (2004)

Segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos, cerca de 2,5% de toda água no planeta Terra é doce, dentre esses apenas 30,2% da água são subterrâneas ou de rios e lagos alcançável para consumo humano, o restante provém de geleiras, solos, pântanos ou geadas, sendo essas inacessível para consumo humano.

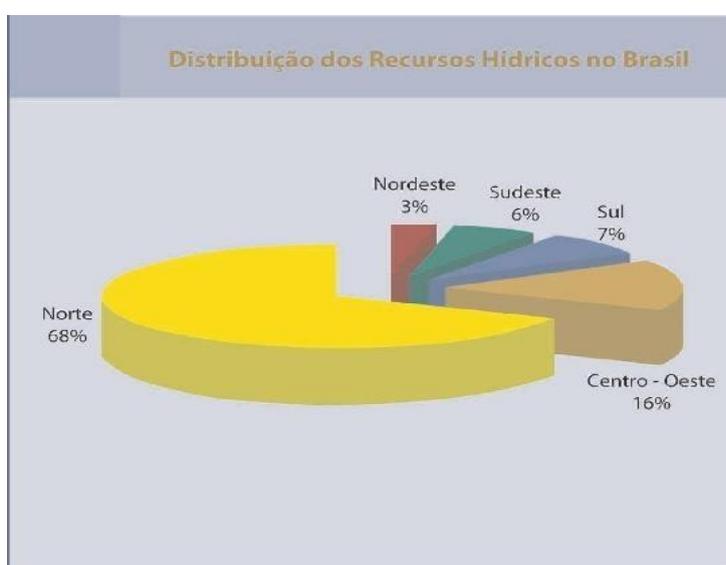
Figura 2. Distribuição hidrológica



Fonte: Plano Nacional de Recursos Hídricos – Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente

Além de todas as informações citadas acima é necessário entender sobre a precipitação na região em questão, de acordo com a agência nacional de águas (ANA) somente 7% dos recursos hídricos se encontram na região sul, como mostra a figura 3. Outras ferramentas que auxiliam no levantamento de dados é o portal “[HidroWeb](#)” que oferece um banco de dados sobre cotas, vazões, chuvas, perfil de rios e etc. Há também o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para auxiliar no levantamento de dados sobre clima/ tempo de cada região do Brasil.

Figura 3. Distribuição dos recursos hídricos no Brasil



Fonte: Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2009 (ANA)

4.2 POTABILIDADE DA ÁGUA

Após o estudo sobre a origem, quantidade e captação da água, é necessário também discutir a respeito para qual a finalidade da mesma. Existem inúmeras tarefas para se destinar ao uso da água como: uso doméstico, lavagem de maquinário, irrigação, lazer, consumo, entre outros. Porém a questão de maior relevância está na diferenciação sobre a potabilidade da água.

De acordo com o Ministério da Saúde, Portaria N° 2.914, de 12 de Dezembro de 2011, que “Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”, água potável é, pelo Capítulo II, Art.5: “água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde”. Em outras palavras,

a água potável é aquela que pode ser ingerida pelo ser humano, sem que ocorram riscos a saúde e que atenda toda legislação nacional e internacional.

A água não potável é aquela que possui algum tipo de alteração na sua natureza, tanto ela física, química ou biológica, portanto é uma água imprópria para o consumo humano, porém não ocorre a necessidade de descarte de tal água, desde que não ocasione nenhum tipo de preocupação à saúde humana.

Neste trabalho será abordado a utilização pelo reúso da água não potável, ou seja, imprópria para o consumo humano.

4.3 SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

Para se explicar o que é um sistema de captação de água pluvial, antes é necessário saber das partes que o compõe, entender como cada parte do processo funciona e se completa como um todo.

Primeiro é necessário verificar o telhado do trabalho em questão, é preciso contabilizar número de águas que existe no local, verificar o projeto em questão, e calcular a área efetiva do telhado, além disso, deve-se certificar que o mesmo se encontre em boas condições de manutenção.

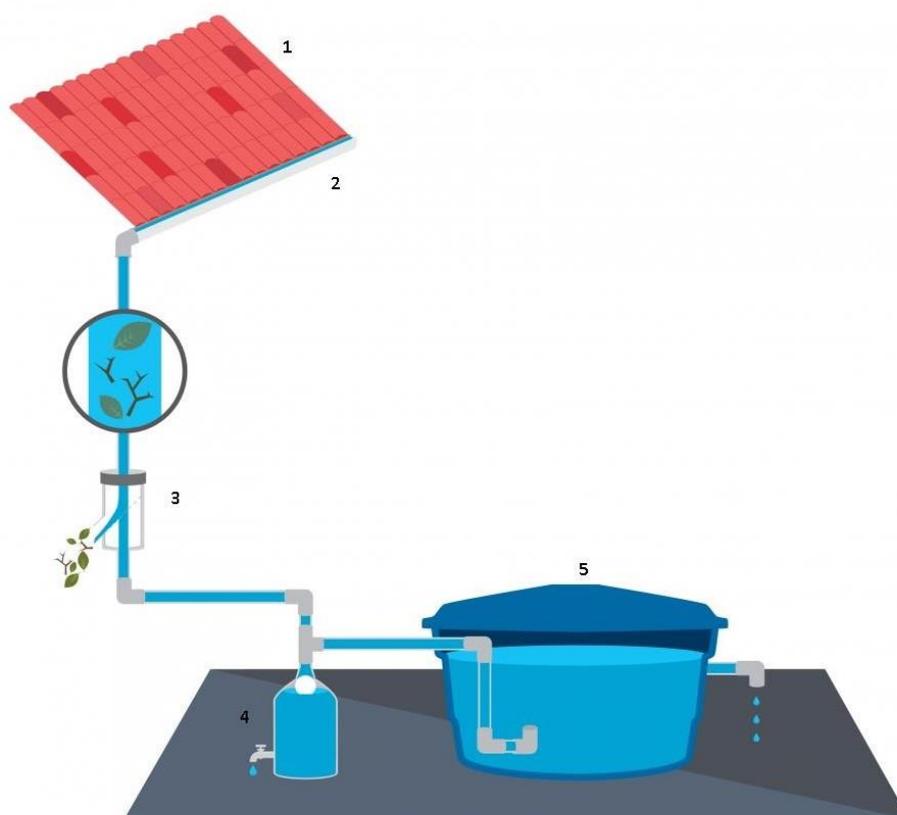
Em seguida, ocorre a análise do sistema de captação da água pluvial para o reservatório. Uma boa atenção sobre este item é de extrema importância visto que, com um estudo detalhado, a seleção do material é feita de maneira eficaz, o dimensionamento e as conexões são feitas da melhor maneira possível. Nesta etapa é mensurado o tamanho e material das calhas, é projetado também o sistema de distribuição, tendo em foco o trajeto que a água irá percorrer e como será o material, cor, diâmetro e tamanho da tubulação em questão.

Após a água da chuva percorrer todo este trajeto, a mesma passa por um dispositivo de descarte de sólidos para remover folhas, pedras, entre outros resíduos sólidos presentes na água ou no telhado. Este dispositivo pode ser comprado em algumas lojas ou ser feito artesanalmente respeitando a NBR 15527 “Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos”. Além do descarte de resíduos sólidos ou filtragem, deve conter no conjunto um sistema chamado de “descarte da primeira água da chuva”, responsável ainda pela limpeza da água que será encaminhada para o reservatório.

Depois de a água percorrer por todo este caminho citado a cima, é chego ao reservatório, onde de acordo com sua função, seu projeto e destino final da água, será selecionado o melhor tamanho, local mais adequado, modelo e material a ser utilizado. Ao chegar o reservatório a água ficará armazenada até que alguém sinta necessidade de usá-la.

Com a água no reservatório deve-se analisar o local de uso para tal água, e com isso determinar se será necessário a implantação de bombas para transportar a água, para que chegue ao destino com uma boa vazão. No mercado encontram-se diversos tipos de bombas, com diferentes tamanhos e potências, assim escolher aquela que melhor se adequa ao projeto em questão.

Figura 4. Sistema de captação de água pluvial



Fonte: Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva (2015)

Legenda: 1 - Telhado; 2 - Captação; 3 - Filtro; 4 - Descarte da primeira água da chuva; 5 - Reservatório.

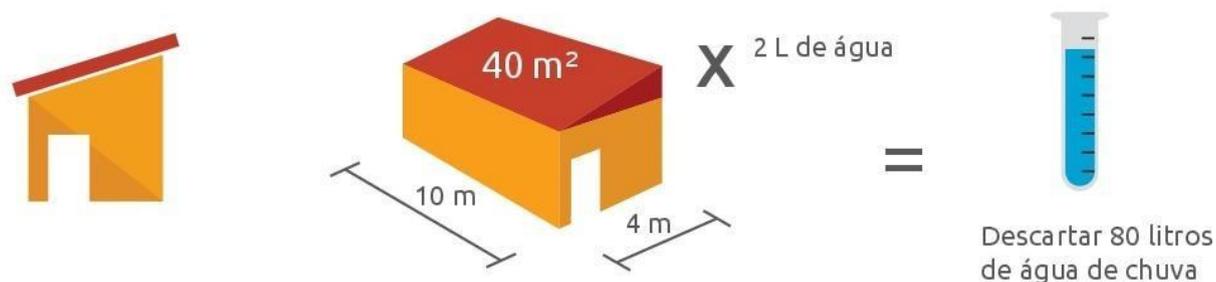
4.3.1 Telhados

Para toda captação de água pluvial ser eficiente, os telhados devem estar em boas condições, telhas quebradas ou trincadas devem ser trocadas, para que o projeto seja o mais eficiente possível.

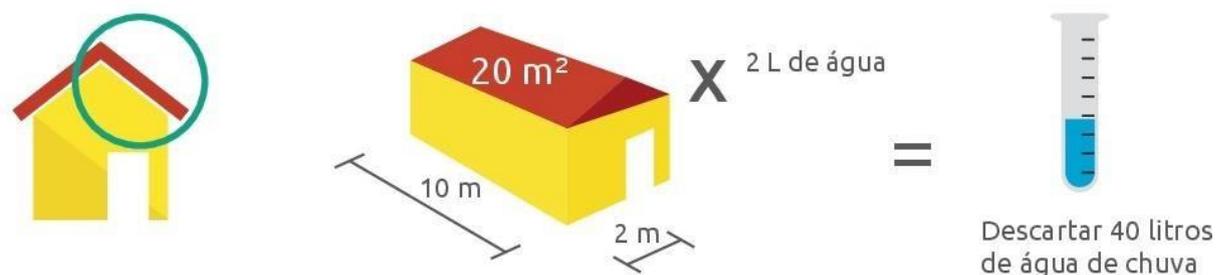
Ao começar os cálculos do projeto é necessário levar em conta o número de águas do telhado presente na edificação, onde irá escorrer toda a água da chuva, e também realizar o cálculo da área efetiva do telhado, para que possa calcular o volume total captado nos dias de chuva. O dimensionamento da área efetiva do telhado é de extrema importância para o cálculo de descarte de primeira chuva, o que mostra a correlação entre as duas etapas, a Figura 5 ilustra dois exemplos de cálculo de área de telhado, com telhados de uma e duas águas respectivamente.

Figura 5. Área de telhado

Telhado de uma água



Telhado de duas águas captando só de uma água



Fonte: Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva (2015)

4.3.2 Sistemas de distribuição

Além do reservatório, responsável por armazenar a água, existe toda uma série de outros elementos que compõe o sistema de captação de água pluvial.

Condutores e calhas devem ser projetados de acordo com a vazão de projeto (demanda) e de acordo com a média de quantidade de chuva na região em questão.

Para uma maior coleta, é necessário também a elaboração de um projeto de acordo com as dimensões e formato do telhado, por onde a água pluvial escorre para os condutores, além disso, deve obedecer à ABNT NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais, que diz respeito ao tipo de material como, chapas de aço galvanizado, chapas de cobre, aço inoxidável, PVC rígido, alumínio, fibra de vidro, fibrocimento ou até mesmo concreto e alvenaria.

Após a água escorrer pelo telhado, a mesma é transportada para os condutores verticais (tubos de queda) e horizontais (calhas), que também devem estar de acordo com a NBR 10844, onde é necessária a utilização de tubos e conexões de materiais como ferro fundido, PVC rígido, fibrocimento e aço galvanizado. Depois de todo esse percurso a água chega ao seu destino final, o reservatório.

Ainda neste item, é levada em consideração a identificação da tubulação que transportará a água pluvial. A NBR 6493 Emprego de cores para identificação de tubulações, é a responsável por escolher a cor referente de cada tubulação, com a finalidade facilitar a identificação tanto para manuseio, quanto para manutenção. De acordo com tal norma e referente ao item 4.2.2 a cor verde-emblema está responsável em identificar a água, exceto ao combate de incêndio que está representado pela cor vermelho segurança. Além de tal identificação, é necessário ainda que se diferencie a água potável das demais, para que não ocorra o consumo de águas não potáveis, podendo levar a doenças e outras complicações, para tal problemática o item 5.3 da NBR 6493 impõe o emprego da letra “P”, em branco, sobre a cor verde emblema e disposto ao longo de toda tubulação, quantas vezes necessário, para destacar o conteúdo do mesmo.

4.3.3 Dispositivo de descarte de sólidos

De acordo com a NBR 15527 Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos, em todo sistema de captação de água da chuva deve conter um sistema de filtragem para recolher e descartar detritos e impurezas vindas do telhado.

Devido ao telhado estar sempre exposto, diversas impurezas podem se acumular sobre o telhado ao longo do tempo, prejudicando a qualidade da água tanto física, como quimicamente. Tais resíduos podem ser folhas, flores, galhos,

sementes, sacolas plásticas trazidas pelo vento, podem ser também objetos ou pedras jogadas por alguma pessoa, do mesmo modo fezes de animais. Todos estes tipos de detritos devem ser removidos antes da entrada da água no reservatório.

Podem ser utilizadas grades, telas de nylon ou polipropileno para tal limpeza, não utilizar tecidos de algodão, pois com o decorrer do tempo as sujeiras permanentes na tela, desenvolvem fungos e bactérias, devido à exposição de intemperes.

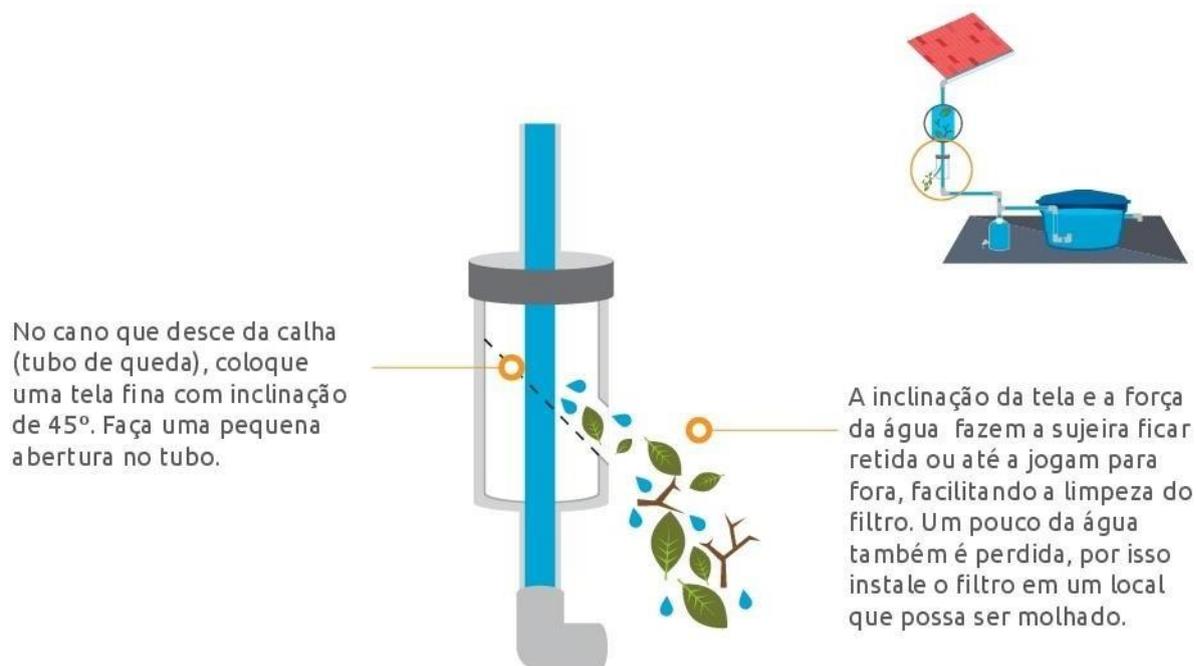
Há diversos tipos e modelos de dispositivos de descarte de sólidos disponíveis no mercado brasileiro, a Figura 4 representa um modelo fornecido pelo mercado, enquanto a figura 5 demonstra um dispositivo caseiro.

Figura 6. Dispositivo de descarte de sólidos disponível em mercado



Fonte: ACQUASAVE (2008)

Figura 7. Dispositivo de descarte de sólidos caseiro



Fonte: Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva (2015)

4.3.4 Sistema de descarte da primeira chuva

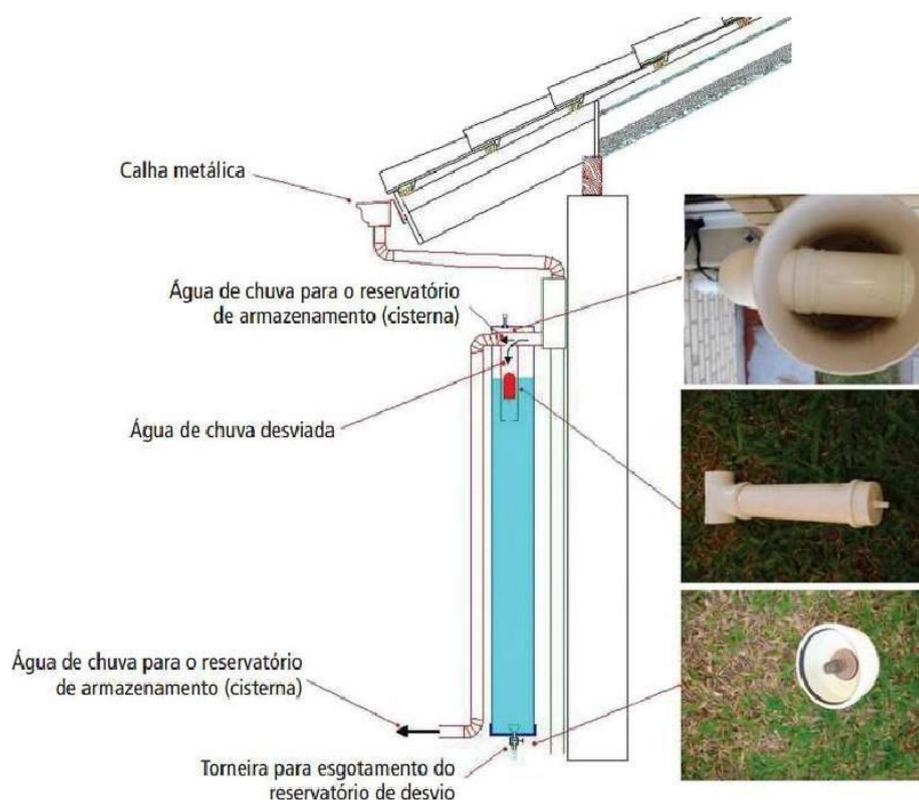
A água da chuva é captada por meio dos telhados, transportado por calhas e dutos, passa pelo processo de filtragem e em seguida deve ocorrer, devido a NBR 15527 - Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos, o descarte da primeira água da chuva para eliminar as demais sujeiras que passaram pela filtragem como impurezas presentes no telhado, folhas e fezes de animais. De acordo com o manual para a captação emergencial e uso doméstico de água de chuva realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (ITP) é necessário que se descarte 1 milímetro (mm) da primeira chuva em geral, porém em cidades grandes onde a poluição é maior este número pode dobrar para 2 milímetros de descarte da primeira chuva.

Devido a essa necessidade de descarte da primeira chuva, foram criados inúmeros procedimentos para eliminar essa água. De acordo com a NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) recomenda-se que o descarte seja feito de forma automática e a vazão descartada deve ser calculada pelo projetista.

Um exemplo de descarte conhecido foi realizado por Lamberts (2010) em uma alternativa barata e simples em um projeto da Casa Eficiente em Santa

Catarina. “Torneira de boia” ou “boia que flutua” foi o nome dado para tal mecanismo, onde um tubo de PVC vazio recebe as primeiras águas da chuva atingindo o limite desejado pelo projetista, ao atingir esse nível uma boia fecha o tubo, interrompendo a passagem da água, que é levada para o reservatório. A Figura 6 ilustra o mecanismo adotado por Lamberts em seu projeto.

Figura 8. “Torneira de boia” ou “boia que flutua”



Fonte: Lamberts (2010)

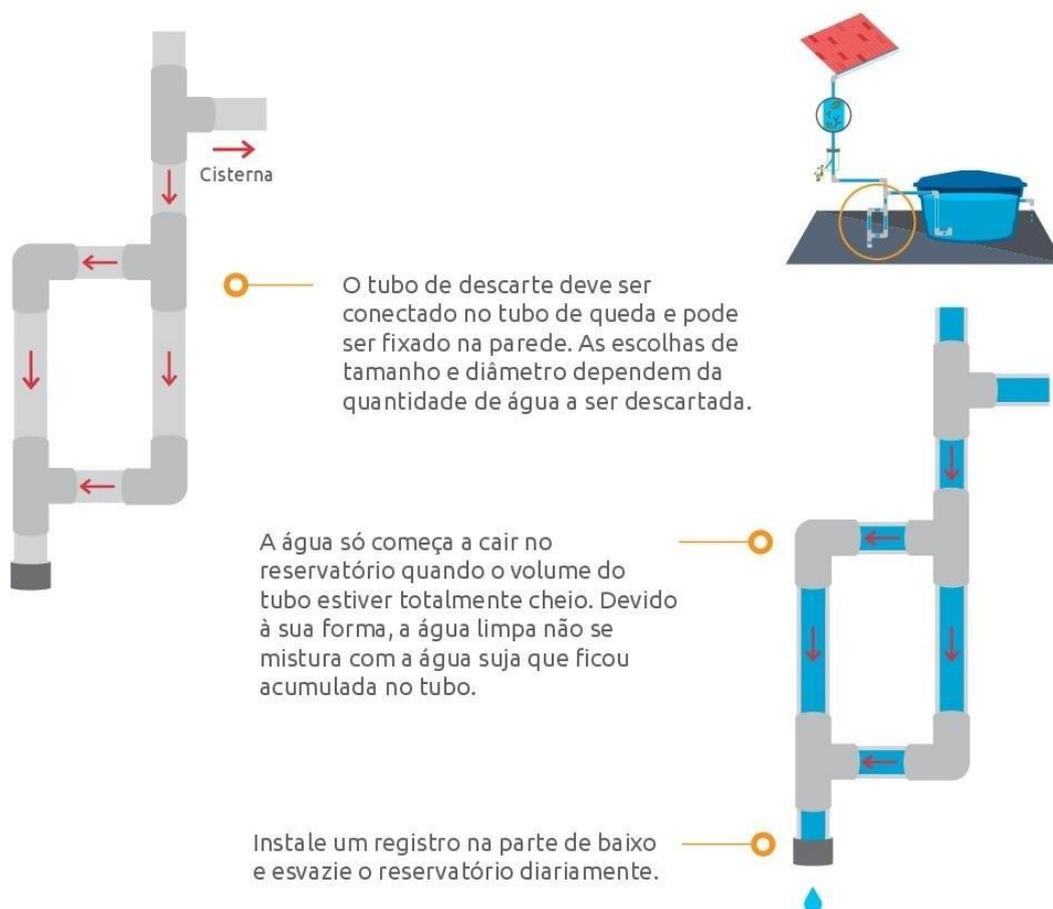
Outra opção no sistema de descarte das primeiras chuvas é o de reservatório de tubos, onde uma série de tubos são interligados antes da conexão com reservatório, a água da primeira chuva deve percorrer toda esta série de tubos conectados e preenche-los, para que em seguida possa adentrar no reservatório, tal água ficará armazenada e em seguida descartada. A postagem e o diâmetro dos tubos são variáveis de acordo com a dimensão dos telhados estudados, seja por tamanho e número de águas presentes.

Para minimizar os cálculos de descarte da primeira água da chuva, ocorrem algumas simplificações onde, a área de captação, parte do telhado onde ocorre a coleta da chuva, é calculada com o comprimento multiplicado pela largura,

desprezando a inclinação da altura. Para cada metro quadrado (m²) de água é necessário o descarte de 1 litro (L) de água.

Após todos esses procedimentos recomenda-se que seja feito um tratamento para que no final a água possa ser de consumo humano, o que não é o caso do trabalho em questão. Além disso, deve-se realizar periodicamente a higienização da água no reservatório diminuindo a presença de bactérias e a velocidade de degradação da água presente no reservatório. A Figura 9 demonstra como funciona o método de reservatório de tubos.

Figura 9. Reservatório de tubos



Fonte: Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva (2015)

4.3.5 Reservatórios

Reservatório possui como função captar, armazenar e conservar água pluvial. Há milhares de anos já existia o conceito de reservatório e cisternas, onde vários povos tiveram a necessidade de criar algo para estocar a água da chuva e quando

era necessário, utilizavam para o consumo ou para outras atividades. É importante lembrar que a cisterna é um reservatório subterrâneo, ou seja, abaixo do nível do solo.

Existem diversas variáveis para a instalação de um reservatório, é necessário levar em conta o seu local de uso, a demanda, material do reservatório, entre outros fatores. Os reservatórios podem ser montadas *in loco* utilizando diversas técnicas como as de placas de cimento, tela-cimento, de tijolos ou de cal, existem também reservatórios já prontos, o que é o caso dos reservatórios de fibra de vidro, de plástico, ou plástico rotomoldado. No caso dos reservatórios de fibra de vidro ou de plástico, fornecedores oferecem uma gama de modelos com cores e tamanhos diversos, cada uma com sua devida funcionalidade, variando de 800L até 26.000L.

a) *Reservatórios de tijolos*

O reservatório de tijolos é composta basicamente por cimento, tijolos e cal, pode ser construída em grandes proporções, porém para sua instalação são necessários projetos mais elaborados, um maior investimento financeiro, maior espaço para locação, e se não tomada às devidas precauções não oferecerá proteção contra micro organismos, algas e até mesmo proliferação de doenças como dengue e chikungunya.

Segundo “Gnadlinger” (2000) a cisterna de tijolos devem estar enterradas cerca de $2/3$ da altura total, para que sofra menos com as intemperes e menos radiação solar, refrescando assim a água armazenada. Porém também há existência de reservatórios de tijolos, mas devido a sua implantação não são comuns utilizá-los.

Figura 10. Cisterna de tijolos



Fonte: SCHISTEK (2005)

b) Cisterna de placas de cimento

De acordo com “Gnadlinger” (2000) é comum encontrar na região Nordeste a cisterna de placas de cimento, pois era comum entre os pequenos agricultores e hoje em dia construído por empreiteiros e prefeituras. As placas são feitas *in loco* em formas de madeira, o tamanho, espessura, raio de curvatura, e traço das placas são feitos de acordo com o projeto da cisterna em si, qualquer interferência no projeto acarretará mudanças em suas placas. Com o buraco já escavado e o chão já cimentado começa a montagem com as placas, em seguida as paredes internas e externas são rebocadas, e o telhado feito com placas de concreto. Lembrando que assim como a cisterna de tijolos, citado acima, deve-se enterrar 2/3 de altura.

c) Reservatórios de fibra de vidro

Comparada com as cisternas de alvenaria, os reservatórios de fibra de vidro são mais leves e mais baratas, e sua instalação é mais acessível pela sua leveza, independentemente do aterramento. Normalmente os reservatórios de fibra de vidro possuem plástico na sua composição para que haja uma maior resistência. É o tipo de reservatório mais utilizado, com isso há uma grande disponibilidade de marcas, modelos e tamanhos, resolvendo assim uma grande diversidade de problemas.

Figura 11. Reservatório de fibra de vidro



Fonte: OLIVEIRA; KUNZ; PERDOMO (2005)

d) Reservatório de plástico rotomoldado

O reservatório de plástico rotomoldado é produzida em polietileno a partir do processo de rotomoldagem. São semelhantes aos reservatórios de fibra de vidro, porém são mais compactas e não há necessidade de ser enterradas, diminuindo assim o custo de instalação. Devido ao processo de rotomoldagem os reservatórios se tornam mais leves, duráveis e resistentes, por essas características os mesmos se tornam muito prático, podendo ser instalados em praticamente qualquer lugar como casas, escolas, sacadas e terraços. Outra característica que este reservatório possui é de ser modular, onde se preciso uma maior capacidade de armazenamento de água, pode-se adicionar mais reservatórios e interligá-los.

Figura 12. Reservatório de plástico rotomoldado



Fonte: <https://www.ecycle.eco.br/cisterna-600-litros-sem-filtro.html>

e) Reservatório de inox

O reservatório de inox é menos comum que as outras já citadas, porém possui alguns benefícios para se levar em consideração, como a sua alta durabilidade, grande resistência a impactos e a corrosões. Devido ao seu material, a água armazenada permanece em uma temperatura fresca, inclusive a altas temperaturas.

Figura 13. Reservatório de inox



Fonte: <http://www.damale.com.br/wp-content/uploads/2014/10/Caixa-de-agua-Inox-Damale-Telhas-e-caixas-de-agua.jpg>

4.4 MÉTODOS PARA DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

Para o cálculo de dimensionamento do reservatório, este trabalho irá se sustentar na norma brasileira, NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007), onde a mesma diz que devem ser respeitados critérios técnicos, ambientais e econômicos, ficando a escolha do projetista, ou ainda utilizar um dos seis métodos presentes no Anexo A da norma, já que justifique a seleção do mesmo.

A NBR 15527/07 traz os seguintes métodos:

4.4.1 Método de Rippl

Método de Rippl ou também conhecido como diagrama das massas está ligado ao levantamento de informações, ou seja, quanto maior a quantidade de séries históricas maior é a precisão dos resultados. Tal método constitui de dois modelos, mensal e diário, onde mensal resulta em reservatórios maiores, já o modelo Rippl diário fornece resultados mais precisos, devido ao maior número de coletas de dados.

Como este método depende de levantamento de dados e séries históricas sobre o local de estudo, o intervalo de coleta de dados pluviométricos em questão deve ser feito com o maior rigor possível, para se chegar a um resultado mais eficiente.

Para o cálculo do método de Rippl leva-se em consideração o cálculo da diferença entre a demanda e o volume de chuva aproveitável, no qual são somados os valores maiores que zero e consecutivos.

4.4.2 Método da Simulação

O método da simulação trabalha com a entrada e saída de água de um reservatório, analisando assim os meses de abastecimento, entrada de água, e os meses de déficit, saída de água. Para tal método é pré-estabelecido um volume de

reservatório, no qual o mesmo esteja cheio, com isso averigua-se os meses em que o reservatório atende ou não a demanda de água da chuva.

Outro ponto de importância é a coleta de dados de séries históricas, pois são com esses dados que se terão as futuras condições do reservatório.

4.4.3 Método prático Alemão

É considerado um método empírico, no qual se trabalha com o menor volume do reservatório, um valor de cerca de 6 % do volume anual de consumo ou o mesmo valor do volume anual de água da chuva aproveitável, diz a NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007).

4.4.4 Método prático Australiano

É um método regido por um coeficiente de confiabilidade de abastecimento. A norma NBR 15527/07 recomenda um intervalo de 90 a 99 % o valor do coeficiente de confiança. Tal montante de confiança só é alcançado através de tentativas, onde a variável em questão é o volume do reservatório diz Brandão e Marcon (2014).

4.4.5 Método de Azevedo Neto

Também conhecido como método prático brasileiro, este método consiste basicamente em multiplicar um coeficiente regulador de tempo de retenção de 15 dias anuais da água n reservatório, com valor de “0,042”, multiplicado pela precipitação média anual, área de captação em projeção e pela quantidade numérica de meses de pouca chuva, ou de estiagem.

É importante frisar que a NBR 15527/07 não especifica um critério para identificar os meses de pouca chuva, levando assim ao bom senso do projetista em atribuir os meses de estiagem.

4.4.6 Método prático Inglês

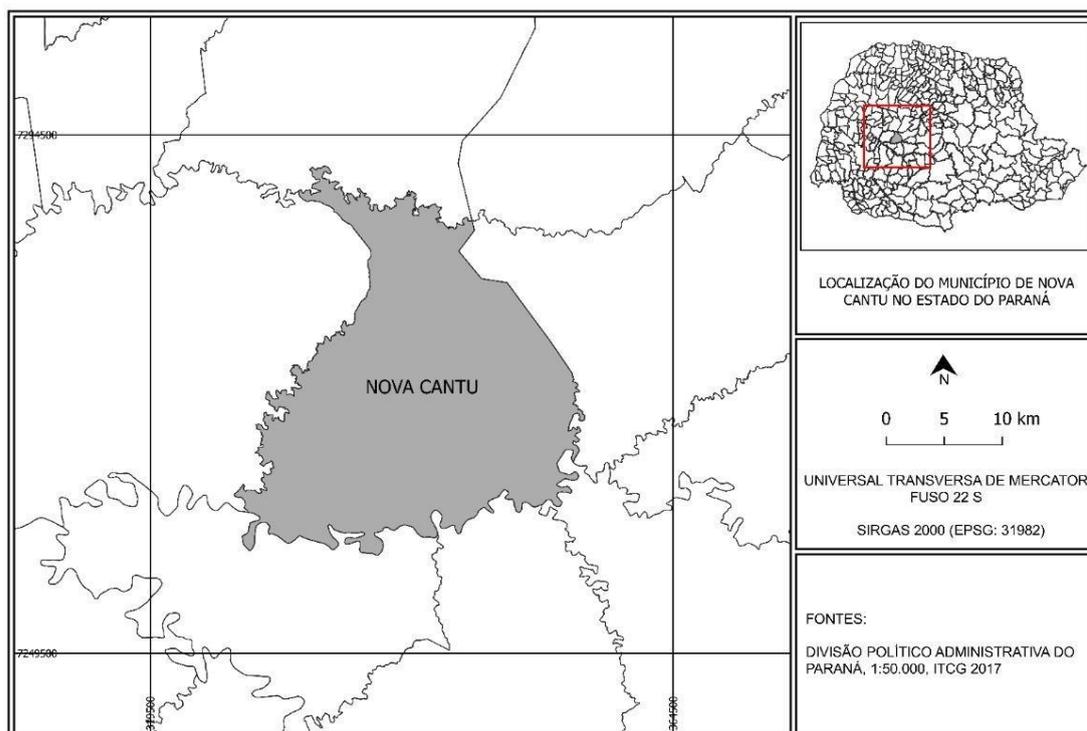
É um método onde é necessário o levantamento das precipitações anuais na região em que será estudado, indicado pela NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007). Consiste basicamente em multiplicar um coeficiente no valor de “0,05”, referente à retenção de água por até 18 dias no reservatório, pela precipitação média anual e multiplicada pela área de captação de chuva.

5 METODOLOGIA

5.1 CARACTERÍSTICAS DO COLÉGIO ESTADUAL DO CAMPO SANTO REI

A cidade Nova Cantu possui, de acordo com o último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cerca de 7.425 mil habitantes. Inserido neste contexto o Colégio Estadual do Campo Santo Rei no distrito Santo Rei, conta com cerca de vinte e seis funcionários e perto de cento e vinte e quatro alunos, compreendidos entre o maternal até o ensino médio, perfazendo assim um total de aproximadamente 150 pessoas que usufruem das instalações da instituição. Dados retirados pela Secretaria da Educação do estado do Paraná.

Figura 14. Nova Cantu - Paraná



Fonte: Autor

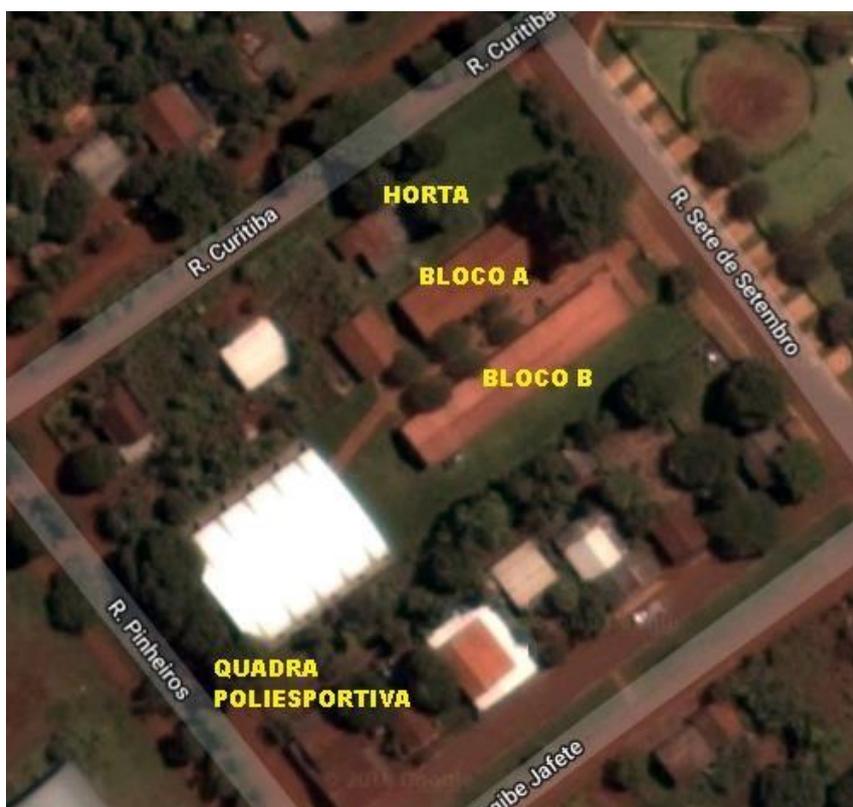
Primeiramente foram pesquisadas e consultadas obras bibliográficas semelhantes ao tema, para ajudar a compreender sobre a situação de chuvas no Brasil, de captação e armazenamento de água pluvial. Este trabalho será

fundamentado também em normas brasileiras como: “ABNT NBR 15527 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos” e “ABNT NBR 10844 – Instalações prediais de água pluviais”.

Em seguida foram levantados dados sobre o colégio estadual do Campo Santo Rei, tais como número de alunos e funcionários, consumo de água, e projetos do colégio que são essenciais para a realização do estudo.

O Colégio Estadual do Campo Santo rei é composto de dois blocos (para facilitar chamaremos de blocos “A” e “B”) conforme a figura 15. O bloco “A” comporta uma secretaria, sala dos professores, refeitório e portaria; já no bloco “B” encontram-se as salas de aulas, biblioteca e banheiros. O colégio possui ainda uma quadra poliesportiva aos fundos da instalação, um bloco provisório de madeira e um local aberto, ao lado do bloco “A” que será destinado para a plantação de uma horta, servindo de atividades complementares para os alunos.

Figura 15. Colégio Santo Rei



Fonte: Google Maps Satélite

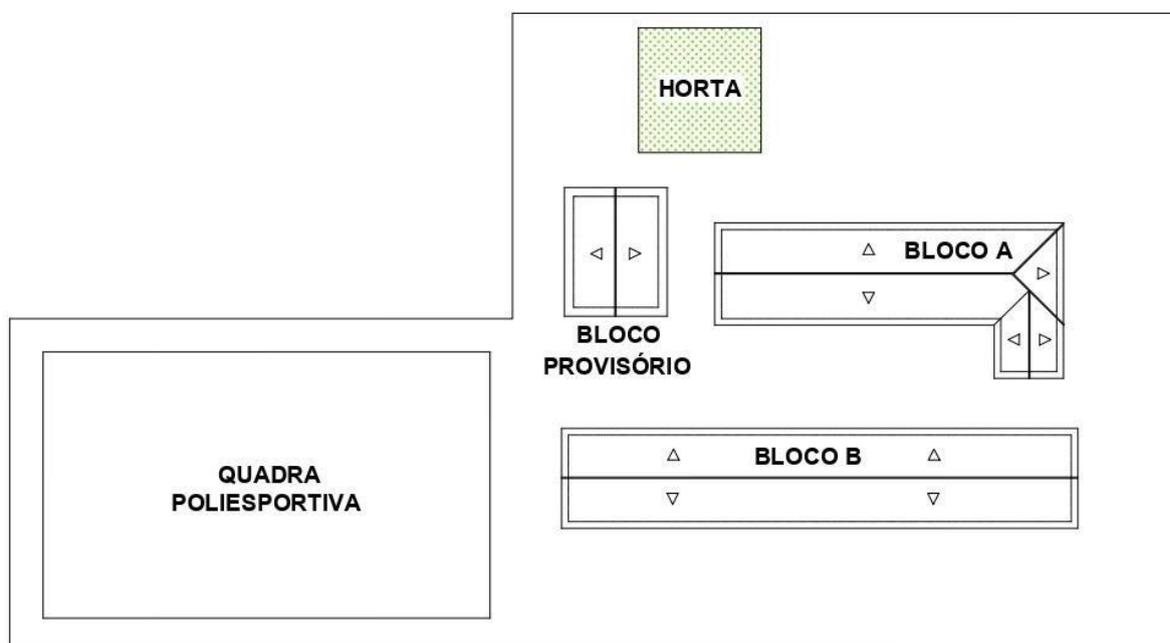
Após entrar em contato com a coordenação da escola, foram solicitados os projetos dos blocos, foi então verificado que estavam obsoletos e, portanto não

poderiam ser utilizados. Devido à falta de projetos foi decidido realizar o estudo apenas no bloco “A”. Para se ter exatidão, o bloco em questão foi mensurado manualmente e em seguida realizado uma planta baixa do mesmo. A partir desta planta baixa podemos retirar os dados necessários para o estudo, como a metragem quadrada do colégio e de cada bloco, número de águas que compõe o telhado, comprimento de calha, tamanho de beiral entre outras informações. Lembrando também que todas as medidas foram tomadas *in loco*.

Ainda sobre a visita ao colégio, foram analisadas algumas instalações hidráulicas e a integridade das telhas assim como das calhas, pois as mesmas devem estar em boas condições de uso.

O bloco “A” possui uma área de 264 metros quadrados, um perímetro de aproximadamente 85 metros e um beiral de 60 centímetros que circunda todo o bloco. A figura 16 demonstra a localização dos blocos e das outras construções que fazem parte do colégio.

Figura 16. Implantação do Colégio estadual Santo Rei



FONTE: Autor

5.2 ESTUDOS PLUVIOMÉTRICOS

Em primeiro caso a nível de cálculo deve-se analisar e estudar o gráfico pluviométrico da cidade de Nova Cantu, para apontar quais meses terão os maiores índices de água pluvial, gerando assim uma maior coleta de água, do mesmo modo é necessário analisar os meses de estiagem, onde gerará pouco armazenamento da água pluvial.

Com base nos dados do Instituto das Águas do Paraná e do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), a média de cada mês entre 1994 e 2013 mostra que os meses mais chuvosos foram os de janeiro, fevereiro, outubro e dezembro com precipitação em torno de 200 (mm) já o mês menos chuvoso foi agosto com média de 78,30 (mm), caracterizando assim o tempo de estiagem. Vale salientar que foram utilizados apenas os dados coletados pelo IAPAR. A figura 17 e o gráfico 1 apresentam os dados pluviométricos e as precipitações respectivamente entre 1994 e 2013.

Figura 17. Totais mensais de precipitação 1994-2013 Nova Cantu



Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná

Sistema de Informações Hidrológicas - SIH



Totais mensais de precipitação (mm)

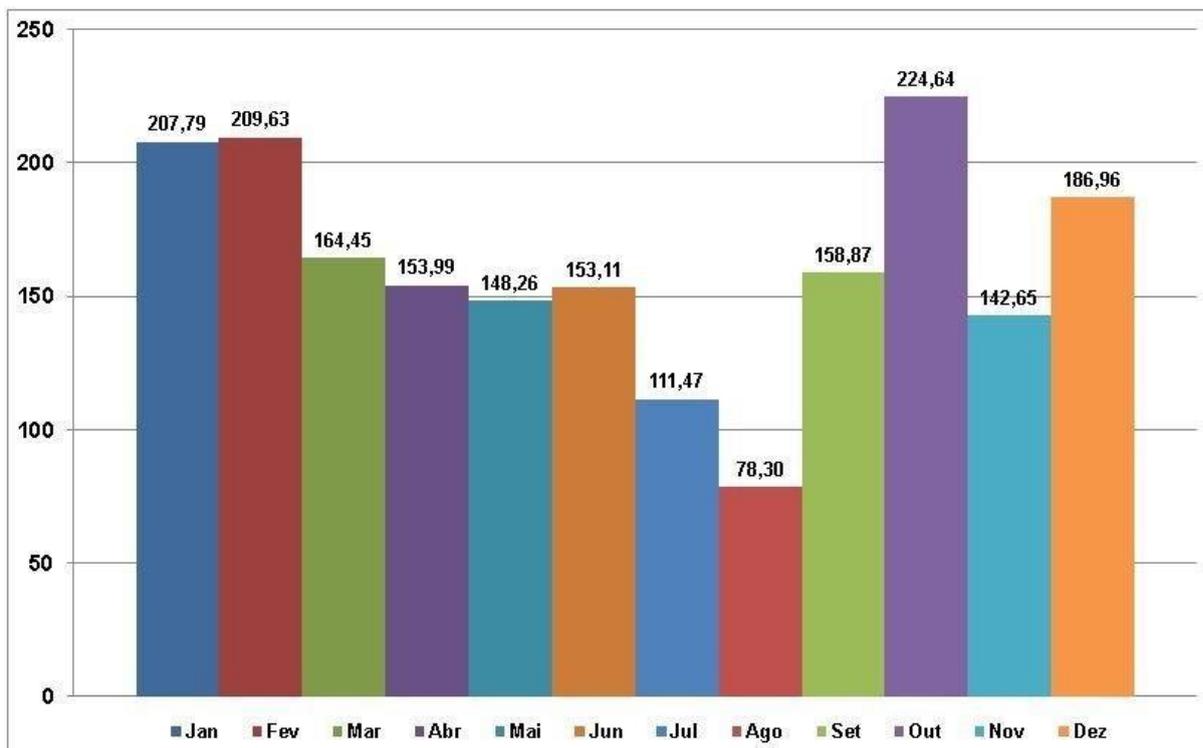
Período: 1994 a 2013

Código	Estação	Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
02452013	NOVA CANTU	1994	147,6	109,9	36,7	283,7	223,7	256,3	83,6	7,1	38,9	161,5	160,1	150,6	1659,7
02452013	NOVA CANTU	1995	372,1	104,7	152,2	208,7	23,4	88,9	129,3	22,0	218,4	315,5	99,2	132,7	1867,1
02452013	NOVA CANTU	1996	314,1	272,9	215,1	224,3	50,3	43,1	18,3	49,0	243,5	243,7	126,4	451,3	2252,0
02452013	NOVA CANTU	1997	187,3	136,4	78,0	70,8	193,9	-	-	-	-	-	-	-	-
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	1994	144,3	230,6	97,7	261,5	135,4	267,7	187,6	11,6	43,0	155,8	140,8	142,9	1818,9
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	1995	415,6	101,6	153,8	220,2	32,0	87,0	140,6	24,3	210,6	294,8	109,6	170,6	1960,7
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	1996	294,4	251,8	208,4	206,1	47,3	53,4	43,0	62,6	166,0	218,4	96,9	395,3	2043,6
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	1997	201,2	237,6	83,1	61,6	163,6	295,9	72,2	97,0	251,8	261,5	289,6	195,8	2210,9
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	1998	94,0	309,8	381,8	423,8	108,8	68,0	43,4	171,8	409,6	291,2	17,3	112,0	2431,5
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	1999	115,2	236,3	164,0	147,8	214,8	206,8	69,6	3,4	162,4	47,3	42,2	217,0	1626,8
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2000	131,3	372,6	114,0	46,2	85,4	223,4	94,8	110,1	284,0	242,0	126,2	261,8	2091,8
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2001	293,6	283,8	130,4	212,0	164,0	122,4	134,0	99,6	158,3	104,3	196,2	190,4	2089,0
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2002	331,4	124,2	114,9	21,4	416,4	2,4	73,8	104,4	120,5	115,8	276,6	130,8	1832,6
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2003	290,0	229,8	201,2	146,0	52,3	128,6	134,0	34,6	123,4	129,2	210,0	259,6	1938,7
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2004	74,2	86,4	131,4	143,2	391,8	101,0	135,0	24,2	98,6	282,5	159,1	85,4	1712,8
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2005	237,9	52,2	65,0	105,7	170,6	187,8	63,2	59,7	261,8	614,6	85,4	42,2	1946,1
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2006	151,2	128,8	136,2	70,6	8,8	96,2	19,9	94,3	184,8	122,8	271,8	333,3	1618,7
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2007	241,2	157,4	240,0	184,8	221,2	4,5	140,7	12,4	55,5	116,7	255,8	156,5	1786,7
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2008	187,2	109,0	76,0	136,2	81,2	136,8	115,6	177,1	49,2	295,0	130,2	66,2	1559,7
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2009	164,8	158,3	172,2	38,2	219,1	138,8	277,7	106,8	300,5	320,6	142,5	194,0	2233,5
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2010	243,6	325,2	153,8	165,1	95,2	42,4	101,8	15,8	68,0	234,8	50,4	298,7	1794,8
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2011	206,3	282,9	136,8	68,7	10,2	142,0	189,0	327,6	67,3	255,9	119,8	124,9	1931,4
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2012	170,7	133,4	84,0	370,7	122,9	323,6	90,2	3,8	71,8	179,6	43,0	234,6	1828,3
02452050	NOVA CANTU - IAPAR	2013	167,6	380,8	444,3	50,0	224,2	433,4	103,2	24,8	90,2	210,0	89,6	127,1	2345,2

Fonte:

<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfacelInicial>

Gráfico 1. Gráfico pluviométrico mensal (mm) 1994-2013 Nova Cantu



Fonte: Gráfico feito pelo autor com base nos dados do instituto das águas do Paraná (figura 17)

Após o levantamento pluviométrico da cidade de Nova Cantu, foram realizadas visitas às instalações do colégio para verificar as condições de itens que irão compor o sistema de captação de água pluvial como telhados, telhas, calhas e tubos de queda. Os itens em questão foram averiguados e classificados em boas condições capacitando assim o trabalho de captação de água pluvial.

Também com base nas visitas realizadas e sobre o cotidiano da escola, foi optado em realizar a captação da água da chuva para o uso não potável devido a alguns fatores como: a escola já possuir rede de água tratada, o grande número de crianças presentes no local, e o reaproveitamento da água para um possível uso na horta do colégio, um projeto de atividades complementares para os alunos.

5.3 CÁLCULOS PRELIMINARES

De posse das informações necessárias e dos dados obtidos nas bibliografias consultadas, deu-se início ao cálculo da área contribuição do bloco “A”, onde foi considerado um telhado de duas águas como mostra a figura 18. De acordo com a

“NBR 10844 – Instalações prediais de água pluviais” é possível calcular a área de contribuição pela equação de número 1:

(-)

Equação (1)

Onde:

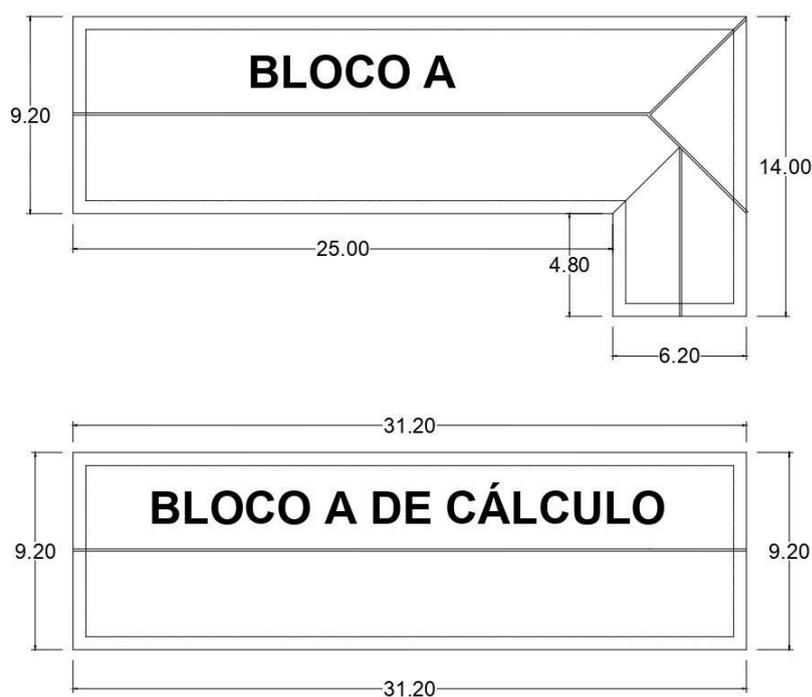
A = Área de contribuição;

a = Largura de uma água do telhado;

b = Comprimento do telhado;

h = Altura do telhado.

Figura 18. Bloco A e bloco A de cálculo



Fonte: Autor

Por meio dos cálculos chegou-se a uma área de contribuição do Bloco A de 165,00 m², considerando que o bloco possui calha apenas em um dos lados da edificação, o valor final foi reduzido pela metade, ou seja, 82,68 m².

De posse do valor da área de contribuição, é iniciado o cálculo do volume de chuva aproveitável, ou seja, o quanto de água pluvial pode-se captar com o telhado em questão, de acordo com a NBR 15527 “Água de chuva – Aproveitamento de

coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – requisitos”. Tal valor é dado pela equação de número 2:

Equação (2)

Onde:

V = Volume anual de água de chuva aproveitável (L);

P = Precipitação média anual (mm);

A = Área de coleta (m²);

C = Coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

Fator de capacitação = Eficiência do sistema de captação.

A figura 19 mostra as alturas de precipitação da cidade de Nova Cantu em um intervalo de 20 anos (1994 a 2013), e a partir desse gráfico retira-se a grandeza da incógnita “P” (precipitação média anual) com valor de 1940,1 milímetros.

Figura 19. Alturas de precipitação - Resumo anual (mm)

Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
AGUASPARANÁ - Instituto das Águas do Paraná
Sistema de Informações Hidrológicas - SIH




Alturas de precipitação - Resumo Anual (mm)

Estação:	NOVA CANTU - IAPAR	Código:	02452050	Entidade:	IAPAR
Município:	Nova Cantu	Instalação:	01/08/1972	Extinção:	
Tipo:	PC	Bacia:	Piquiri	Sub-bacia:	1
Altitude:	540,000 m	Latitude:	24° 40' 00"	Longitude:	52° 34' 00"

ANO	Total anual	Máxima diária	Data da ocorrência	Dias de chuva
1994	1818,9	100,0	20/06/1994	113
1995	1960,7	118,8	20/04/1995	113
1996	2043,6	96,0	29/12/1996	137
1997	2210,9	90,0	20/09/1997	135
1998	2431,5	134,0	27/09/1998	130
1999	1626,8	83,0	06/05/1999	106
2000	2091,8	92,0	04/02/2000	132
2001	2089,0	71,0	21/04/2001	141
2002	1832,6	80,0	19/05/2002	124
2003	1938,7	65,0	26/11/2003	106
2004	1712,8	91,0	14/03/2004	103
2005	1946,1	66,0	15/10/2005	111
2006	1618,7	79,0	21/12/2006	113
2007	1786,7	94,7	13/03/2007	119
2008	1559,7	85,0	05/10/2008	116
2009	2233,5	100,2	23/09/2009	147
2010	1794,8	141,0	23/02/2010	121
2011	1931,4	98,0	19/08/2011	123
2012	1828,3	118,0	29/04/2012	104
2013	2345,2	125,5	13/03/2013	117

Resumo Anual

ANO	Total anual	Máxima diária	Dias de chuva
MÉDIA	1940,1	96,4	120,6
MÍNIMA	1559,7	65,0	103,0
MÁXIMA	2431,5	141,0	147,0
D. PADRAO	234,8	20,9	12,5

Fonte: <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfacelInicial>

De acordo com a figura 19, com “Tomaz” (2011) e adotando um fator de captação multiplicado com coeficiente de escoamento superficial da cobertura (), foi mensurado um volume de 128.319,36 litros de água da chuva aproveitável por ano, ou 10.693,83 litros por mês em relação à média no intervalo de 1994 e 2013.

5.4 DIMENSIONAMENTO E DEFINIÇÃO DO RESERVATÓRIO

Com o volume de água da chuva aproveitável calculada, dá-se início ao dimensionamento do reservatório. Neste momento são levados em consideração

diversos itens como o volume do reservatório, precipitação, tempo de meses chuvosos, área de captação de água da chuva e demanda. Este trabalho irá usar a norma brasileira, NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007), como base para o cálculo do reservatório, onde a mesma diz que devem ser respeitados critérios técnicos, ambientais e econômicos, ficando a escolha do projetista, ou utilizando um dos seis métodos presentes no Anexo A da norma, já que justifique a seleção do mesmo.

Após a explanação dos seis métodos propostos pela NBR 15527/07, são cabíveis algumas observações: Dos métodos citados no item 4.4 do referencial teórico, o método Rippl, simulação, alemão e australiano, dependem da demanda para que seja feito o dimensionamento do reservatório, já o método prático brasileiro e o inglês, independem da demanda para a realização do cálculo.

Neste trabalho será utilizado o método prático inglês (4.4.6), pois como já citado, independe da demanda para seu cálculo e possui um tempo de estocagem de água maior do que o método prático brasileiro, onde o Inglês possui coeficiente de estocagem de 18 dias, já o brasileiro apenas 15 dias. Por tanto de acordo com a equação a seguir foi adotado um reservatório de 8,02 m³ ou 8020 litros.

Método prático Inglês:

Equação (3)

Onde:

V = Volume do reservatório dado em litros (L);

P = Precipitação média anual dada em milímetros (mm);

A = Área de captação da chuva em projeção, dado em metros quadrados (m²).

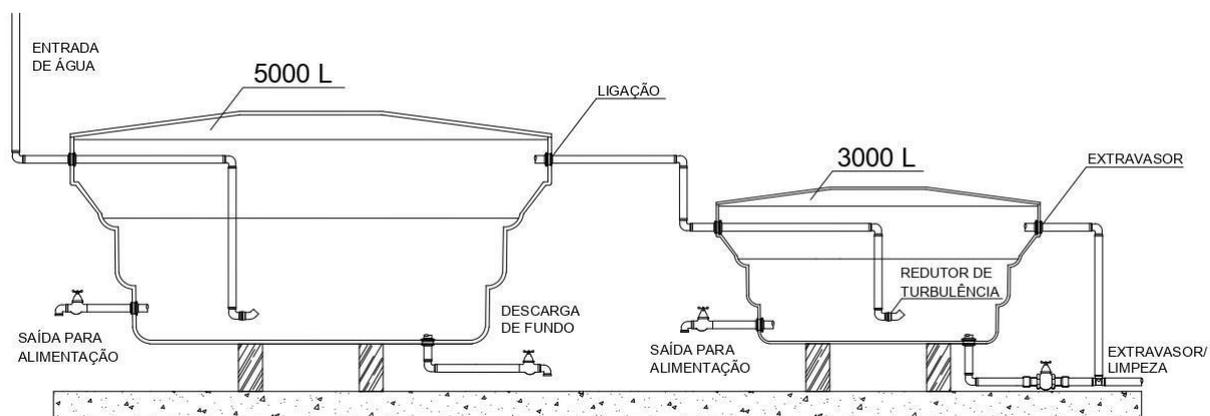
A partir dos dados obtidos sobre o colégio e a precipitação local, mostrou-se a seguinte equação:

Equação (4)

Para um reservatório com capacidade de 8020 litros de água pluvial, serão utilizados dois reservatórios de polietileno interligados, um de 5000 litros e

outro com 3000 litros, ambos com saídas de alimentação independentes, conforme a figura abaixo:

Figura 20. Reservatórios interligados



Fonte: Autor

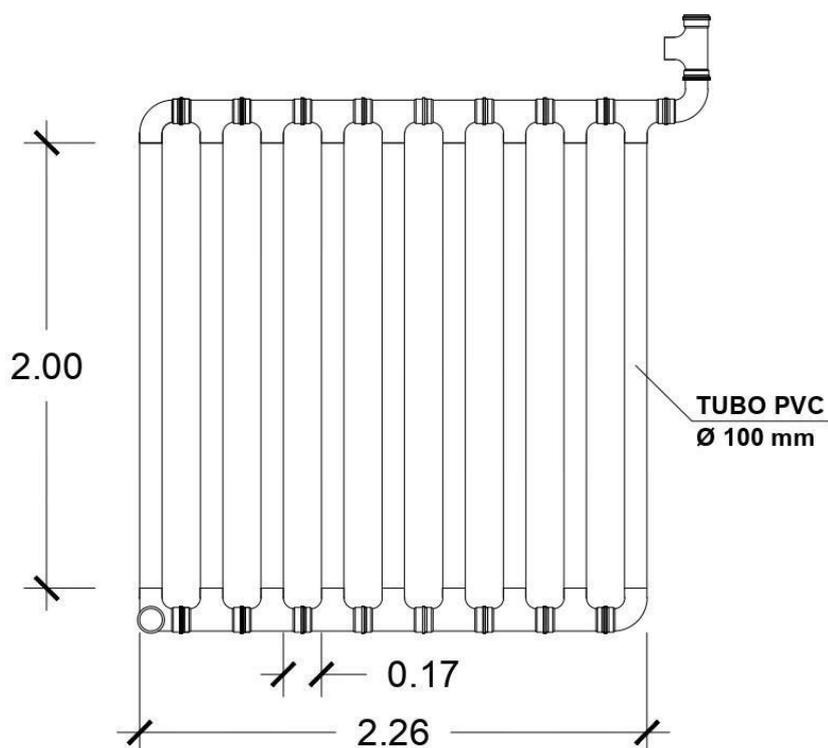
De acordo com a NBR 12217 (ASSOCIAÇÃO..., 1994) um reservatório deve ter: Medição de controle, entrada e saída de água, extravasor, descarga de fundo e cobertura. Tais itens encontram-se exemplificados na figura 20.

5.5 SISTEMA DE FILTRAGEM E DESCARTE DA PRIMEIRA CHUVA

Após a verificação dos telhados e calhas e da constatação que ambos encontram-se em boas condições e de acordo a NBR 10844/89, será instalado um dispositivo de descarte de resíduos sólidos, feito com cano de Policloreto de Vinil (PVC) e uma tela de *nylon*, eliminando assim quaisquer impurezas presentes na água.

Em seguida será proposta, para o descarte de primeira água da chuva, a técnica de reservatório de tubos (figura 9) devido a sua praticidade e eficiência. De acordo com ITP é necessário o descarte de 1 milímetro (mm) de água da primeira chuva resultando assim, e de acordo com a área do telhado, em um valor de 143,52 litros ou 0,14 m³ de água para descarte. Para esses valores de volume de água serão necessários 18 metros de cano com diâmetro de 100 mm, dispostos ao longo de 2 metros e 26 centímetros de comprimento, e intervalados a 17 centímetros cada, conforme a figura a seguir.

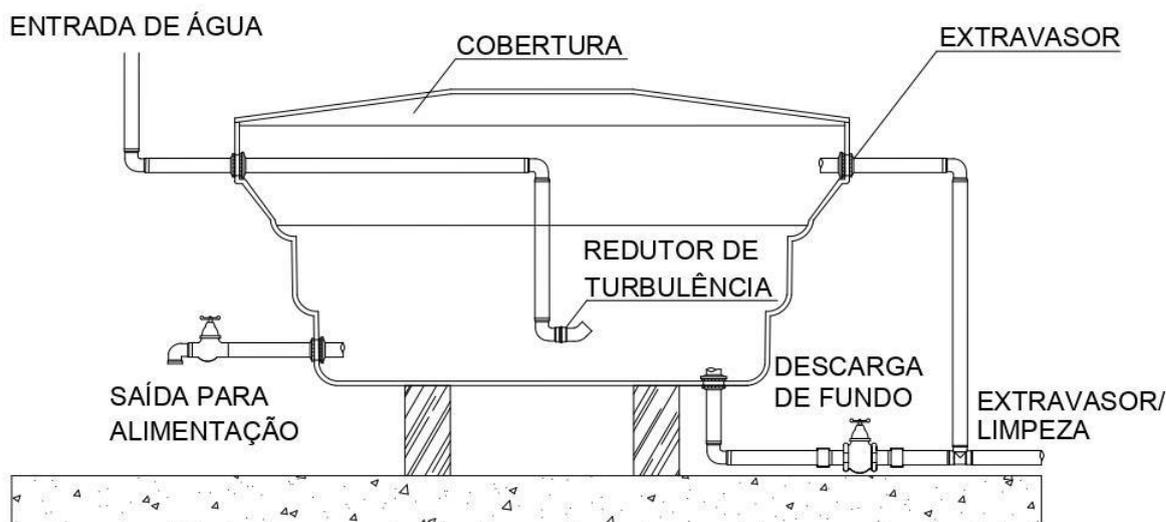
Figura 21. Sistema de descarte da primeira chuva (m)



Fonte: Autor

Após a água percorrer este trajeto, preenchendo toda a tubulação, o restante irá direto para o reservatório, onde é preciso ter um redutor de turbulência para que não ocorra o levantamento das partículas sedimentadas no fundo do reservatório, NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007). Tal mecanismo está discriminado na figura abaixo.

Figura 22. Reservatório



Fonte: Autor

5.6 INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO

Com o volume de captação da chuva e reservatório devidamente calculados, falaremos da instalação, destinação e transporte da água armazenada pelo reservatório. Para esse estudo tal água terá finalidade apenas para limpeza da área externa do colégio, como pátio e quadra poliesportiva, e irrigação de uma pequena horta. Por essa razão o transporte da água, para a limpeza, será feita por meio de mangueiras e baldes, e regadores para irrigação da horta. Sua locação será feita de modo que o reservatório fique próximo ao destino em que a água da chuva será transportada.

O reservatório deve ficar acima do nível do solo para se preservar de eventuais inundações, em uma das visitas realizadas nas instalações do colégio foi verificado que o bloco “A” já se encontra em uma elevação segura, como o reservatório se encontra ao lado do bloco em questão, é possível afirmar que o mesmo encontra-se seguro.

É importante lembrar também que por se tratar de um colégio, tal reservatório deve ficar fora do alcance dos alunos, onde apenas os responsáveis consigam retirar o conteúdo de dentro do mesmo, para isso deve-se cercar o reservatório e ter uma torneira com válvula de segurança.

O apêndice 1 detalhará o projeto de locação e instalação do reservatório de água pluvial, já o apêndice 2 mostra a visão lateral dos reservatórios e descarte de primeira chuva no Colégio Estadual do Campo Santo Rei.

6 CONCLUSÃO

A partir desse estudo é possível afirmar que o projeto é viável de acordo com a frequência das chuvas, onde os meses de março a setembro são característicos de estiagem, mas os meses de outubro a fevereiro equilibram o volume do reservatório.

O projeto elaborado pode ser aprimorado e estendido para toda a escola, e futuramente englobar os demais blocos do colégio e que a utilização da água tenha maior amplitude, alcançando as descargas de banheiro, lavadoras e limpeza total do colégio. Para isso devem ser levantadas informações mais específicas e detalhadas sobre o colégio.

Vale lembrar também que são necessários outros estudos em relação à reutilização de água pluvial, em diversos momentos houve a falta de informações vitais, como por exemplo, o levantamento da demanda por aluno em geral e até mesmo consumo de água por metro quadrado em escolas.

Espera-se que este trabalho desperte nos alunos e funcionários a conscientização para o uso racional da água e que atue como um primeiro passo na disseminação da sustentabilidade como solução aos problemas futuros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6493: Emprego de cores para identificação de tubulações.** Rio de Janeiro, 1994

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro, 1989.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2007.

BRANDÃO, João Luiz Boccia; MARCON, Priscila. **Análise dos métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais sugeridos pela NBR 15527/07 com base na simulação diária.** São Carlos, São Paulo, 2014. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/esa/v23n6/1809-4457-esa-23-06-1031.pdf>> Acesso em 21 janeiro 2019

GNADLINGER, J. **Técnica de diferentes tipos de cisternas, construídas em comunidades rurais do Semiárido brasileiro.** Juazeiro, Bahia, 2008. Disponível em: <<https://irpaa.org/publicacoes/relatorios/9-conferencia-de-cisternas.pdf>> Acesso em: 12 outubro 2018

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>> Acesso em: 20 Março 2019

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://ibge.gov.br>> Acesso em: 15 março 2019

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. Disponível em:
<http://www.aguasparana.pr.gov.br/> Acesso em: 20 março 2019

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva.** São Paulo, 2015

LAMBERTS, Roberto et al. **Casa eficiente: Uso acional de água.** 1. ed. Santa Catarina: UFSC/LabEEE, 2010

MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. SANEAMENTO DOMICILIAR. **Manual de instruções de uso das melhorias sanitárias domiciliares.** 2014. Disponível em: <www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/saneamentodomiciliar_manual_de_instrucoes_de_uso_dasmsd.pdf>
Acesso em: 18 junho 2018

MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Disponível em:
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html
Acesso em: 26 outubro 2018.

OLIVEIRA, P. A. V. de; KUNZ, A.; PERDOMO, C. C. **Construção de cisternas para o armazenamento da água de chuva.** Concórdia, 2005. Disponível em:
<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ChuvaNet/ChuvaTrabalhosPublicados/PlanejamentoConstruoeOperaodeCisternasparaArmazenamentodaguadaChuva.pdf> Acesso em: 20 abril 2018.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ. Disponível em:
<http://www.consultaescolas.pr.gov.br/consultaescolas-java/pages/templates/initial2.jsf?windowId=a31&codigoEstab=409&codigoMunicipio=1690> Acesso em: 14 maio 2019.

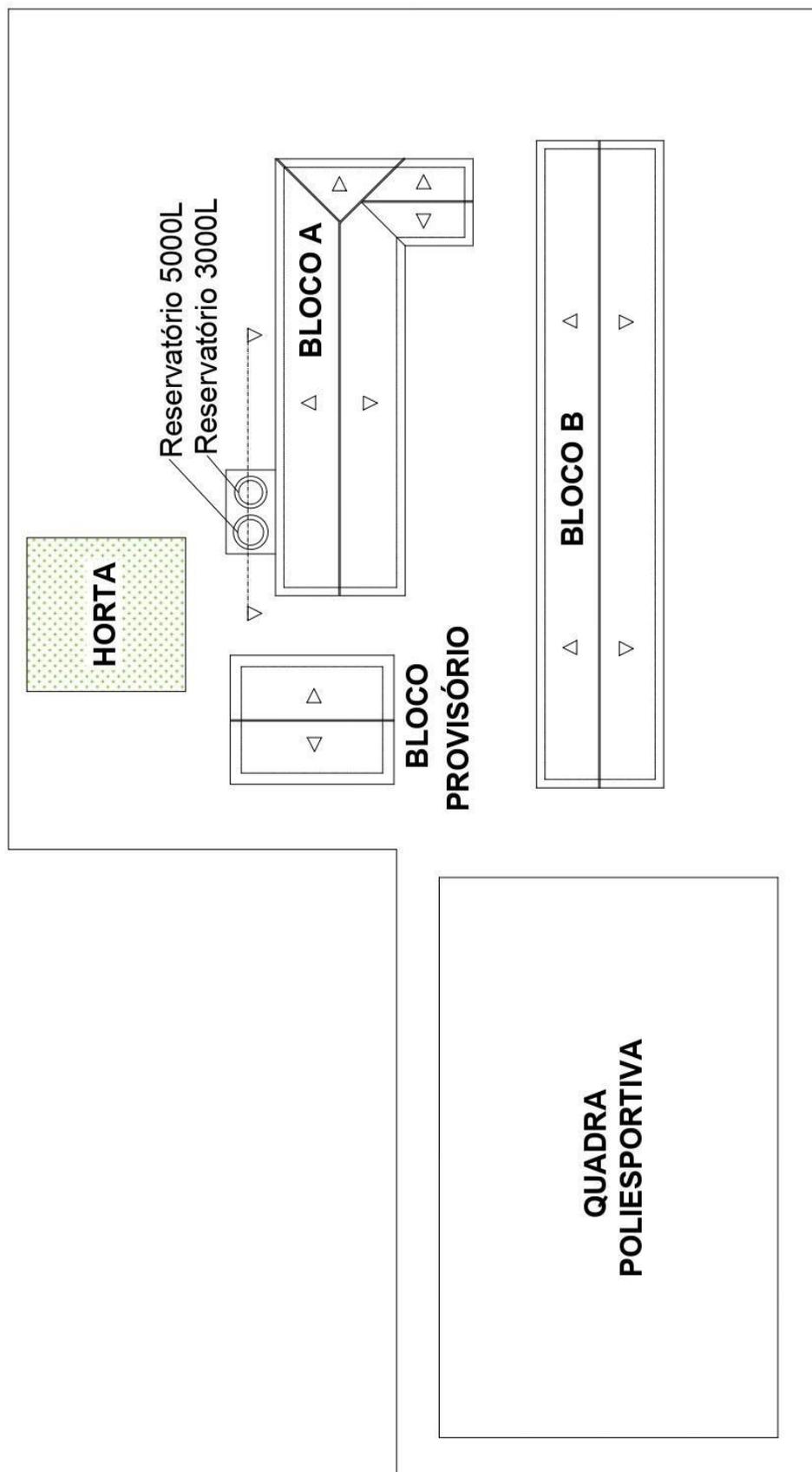
TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva, Volume 1.** São Paulo: Navegar Editora, 2010.

SCHISTEK, H. **Uma nova tecnologia de construção de cisternas usando como estrutura básicas tela galvanizada de alambrado**. Teresina, 2005. Disponível em:

<http://www.abcmac.org.br/files/simposio/5simp_harold_cisternadealambrado.pdf>

Acesso em: 27 abril 2018.

APÊNDICE A - Locação dos reservatórios



APÊNDICE B - Vista lateral bloco A

