

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

EDUARDO LUIZ CROZARIOLLI NETO

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS
PARA USO NÃO POTÁVEL EM MORADIAS SOCIAIS EM CAMPO
MOURÃO - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2014

EDUARDO LUIZ CROZARIOLLI NETO

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS
PARA USO NÃO POTÁVEL EM MORADIAS SOCIAIS EM CAMPO
MOURÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Barradas
Moreira

CAMPO MOURÃO

2014



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 Nº 62

**ESTUDO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA USO NÃO
POTÁVEL EM MORADIAS SOCIAIS EM CAMPO MOURÃO – PR**

por
Eduardo Luiz Crozariolli Neto

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 18h do dia 07 de Agosto de 2014 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. Helton Rogério Mazzer
(UTFPR)

Prof. Dr. Leandro Waidemam
(UTFPR)

Profª. Drª. Vera Lúcia Barradas Moreira
(UTFPR)
Orientadora

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

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado saúde, força, tranquilidade e equilíbrio para superar todas as adversidades que enfrentei e permitiu que tudo acontecesse.

A minha família, pais e irmão, pelo incentivo, amor, carinho e momentos de conforto e alegria que me proporcionam sempre.

A minha namorada Bruna, pelo amor, apoio e paciência que teve comigo nos momentos em que não pude estar presente devido aos afazeres acadêmicos, mas nunca deixou de me impulsionar, sempre me motivando.

A minha orientadora, pela confiança, empenho dedicado a este trabalho e pelas correções e revisões.

Aos meus amigos com quem passei os cinco anos de faculdade, e estive a maior parte do tempo, agradeço pelo tempo que passamos estudando, fazendo os trabalhos e também os momentos de distração e lazer.

Enfim, obrigado a todos que direta ou indiretamente contribuíram, não só com este trabalho, mas em toda minha vida acadêmica.

RESUMO

NETO, Eduardo Luiz Crozariolli. Estudo de um sistema de captação de águas pluviais para uso não potável em moradias sociais em Campo Mourão – PR. 2014. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Civil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

O estudo referente ao aproveitamento da chuva para fins não potáveis tem por objetivo avaliar o potencial de implantação de um sistema de captação pluvial para uso não potável no tanque, máquina de lavar roupas, lavagem de carro e jardinagem em moradias sociais na cidade de Campo Mourão. Em vista do descaso, desperdício e uso irresponsável de água potável, o conceito de consumo sustentável se destaca e o aproveitamento da chuva é uma das alternativas mais estudadas. A pesquisa constitui-se da apresentação de um projeto de moradia social, dos índices pluviométricos da cidade e a sequência de cálculo dos componentes do sistema, calha, reservatórios, motobomba, e a tubulação de abastecimento dos pontos de utilização. Ainda relaciona e orça os materiais que compõe o sistema e analisa a potencial economia que o sistema promove no volume de água potável que será substituído por água da chuva e o reflexo financeiro desta economia. Concluindo-se satisfatoriamente para a potencialidade pluviométrica de Campo Mourão para o fim proposto, e insatisfatoriamente quanto aos custos de implantação comparados ao retorno financeiro que o sistema promove.

Palavras-chave: Captação pluvial. Uso não potável. Sistema de coleta. Água da chuva. Moradia Social.

ABSTRACT

NETO, Eduardo Luiz Crozariolli. Study of a system to capture rainwater for non-potable use in social houses in Campo Mourão – PR. 2014. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Civil - Federal Technology University - Paraná. Campo Mourão, 2014.

The study referring to the utilization of rain for non-potable purposes have the goal to evaluate the potential deployment of a system of rainwater for non-potable uses in tank, washing machine, car wash and gardening on social houses in Campo Mourao. Looking at the neglect, waste and irresponsible use of potable water, the concept of sustainable consumption stands and the use of rainwater is one of the most studied alternatives. The research is a presentation of a project of social housing, the rainfall in the city and a sequence of calculation of system components, gutter, reservoir, motorpump, and piping supplies to points of use. Also, lists and budget materials that compose the system and analyze the potential savings that the system promotes with the volume of potable water that will be replaced by rainwater and the financial impact of this economy. Concluding satisfactorily for the rainfall potential of Campo Mourao to the proposed goal, and unsatisfactorily for deployment costs compared to the financial return the system promotes.

Keywords: Capture rain. Non-potable use. Collection system. Rainwater. Social Houses.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 OBJETIVO GERAL.....	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3 JUSTIFICATIVA.....	10
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
4.1 ÁREA DE CAPTAÇÃO	13
4.2 CALHAS E CONDUTORES.....	14
4.3 DISPOSITIVO DE DESCARTE DO ESCOAMENTO INICIAL	14
4.4 RESERVATÓRIOS	15
4.5 CONJUNTO MOTOBOMBA	16
4.6 TUBULAÇÃO DE ABASTECIMENTO	16
5 METODOLOGIA.....	18
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
6.1 PROJETO E ÁREA DE CAPTAÇÃO	20
6.2 CALHA E CONDUTORES VERTICAIS	21
6.3 PRECIPITAÇÃO	24
6.4 RESERVATÓRIOS.....	26
6.6 TUBULAÇÃO DE ABASTECIMENTO	30
6.7 QUANTITATIVO DE MATERIAIS E CUSTOS.....	34
6.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ECONOMIA PROMOVIDA PELO SISTEMA ..	35
7 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito essencial à vida e presente no cotidiano humano nos mais variados usos e atividades, necessária desde usos básicos, como consumo, plantio e preparação de alimentos, higiene pessoal, passando pelo uso na geração de energia, até paisagístico e no turismo, entre outros.

Porém, o crescimento populacional, aliado ao uso crescente deste recurso e mudança do clima global, juntamente com a poluição dos corpos hídricos e descarte incorreto dos efluentes domésticos e industriais, faz surgir um alerta para a possível diminuição da água potável no planeta e abre um leque de oportunidades de novas alternativas que regulem o consumo ou promovam o reaproveitamento da água (BAZZARELLA, 2005).

Os fatores citados não são exclusividade do Brasil e este é um problema que afeta a todos os países. Confirmando os estudos, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estimou para 2020 o desaparecimento de plantas aquáticas, a redução das correntes fluviais e o aumento da salinidade nos estuários. Fez também um alerta a nível mundial para a provável falta de água nos próximos 15 anos (DIÁRIO DIGITAL, 2006).

Este alerta se confirma nos dias de hoje, como pode-se observar nos níveis de precipitação medidos no sistema Cantareira em São Paulo, onde foram registrados apenas 58% da chuva esperada para os primeiros sete meses de 2014 (SISTEMA..., 2014)

Tendo em vista este cenário, os estudos de novas formas de reuso da água são fundamentais para podermos garantir a preservação deste recurso. O uso da água da chuva é uma das opções mais estudadas, principalmente para uso não potável, já que o tratamento desta água encarece o sistema.

No Brasil, os investimentos na construção civil, principalmente na parte de infraestrutura, estão em uma crescente. A construção de unidades residenciais populares está aquecendo o setor. Então, podemos aliar um sistema de aproveitamento de águas pluviais à moradia sociais, visando não só a proteção deste recurso mas também a redução dos gastos com água, pensando a médio e longo prazo.

O presente trabalho irá focar no uso da água da chuva para fins não potáveis, como irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e outros previstos pela NBR15527.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O estudo tem por objetivo geral a análise da viabilidade econômica de um sistema de captação de águas pluviais para uso não potável, projetado para instalação em conjuntos de moradias sociais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar as plantas de um projeto padrão de unidades de moradias sociais, mais especificamente a planta de cobertura, para o levantamento da área de captação;
- Levantar a precipitação média na cidade de Campo Mourão;
- Dimensionar e quantificar todas as partes para compor um sistema de coleta e utilização não potável de água de chuva;
- Relacionar os materiais e custos deste sistema em moradias sociais.

3 JUSTIFICATIVA

Segundo Coimbra e Rocha (1999), de toda água do planeta 97,5% é representada por oceanos e mares, portanto, salinas, impróprias para uso humano e industrial; os outros 2,5% representam a água doce, dos quais apenas 0,3% é renovável através do ciclo hidrológico, sendo que a maior parte da água doce está confinada nas geleiras. O Brasil, segundo a Agência Nacional de Águas (2014), é detentor de 12% de toda a água doce superficial do Planeta e considerado um país rico hidricamente, porém estes 12% não estão distribuídos uniformemente, destes, 70% está na Amazônia e apenas 6% na região Sul.

A água da chuva cai sobre os telhados e escoar para as galerias de água pluvial ou infiltram no solo, passando um volume considerável de água pelas nossas casas sem que nós a aproveitamos. Um sistema de aproveitamento da água da chuva poderia destinar um volume significativo de água, que possui uma qualidade inferior quando comparada a água tratada, para fins menos nobres, como é o caso dos usos não potáveis (bacia sanitária, lavagens de carros e calçadas, jardinagem, etc.) em uma residência.

Os números acima refletem a dimensão da importância deste recurso e levando em consideração que o crescimento das grandes cidades, aliado à poluição e ao uso irracional da água afetam diretamente os 0,3% de água aproveitável, faz-se necessário estudos de alternativas sustentáveis que racionalizem o uso ou reutilizem este recurso.

A relevância deste trabalho concretiza-se na possibilidade de utilizar a água da chuva, que escoar pelos telhados, por meio de um sistema que capte este volume e direcione para usos não potáveis, visando um consumo sustentável e como consequência uma redução nos gastos com água tratada.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Villiers (2002), a degradação causada por esgotos, poluição industrial, pragas de algas, produtos químicos e excesso de nutrientes vem diminuindo a disponibilidade *per capita* de água potável, abrindo caminho para pesquisas de novas técnicas as quais possibilitem a racionalização ou o consumo sustentável deste recurso.

Esta ideia de consumo sustentável, definido por Furriela (2001) como sendo consumir com respeito aos recursos naturais de modo a garantir o atendimento das necessidades das gerações presentes sem comprometer o das gerações futuras, está em alta no Brasil e no mundo, mudando os costumes de consumo das pessoas. Integrar a sustentabilidade com economia nos gastos mensais da população pode ser um atrativo para o uso de um sistema de aproveitamento da água da chuva.

Instalando um sistema de aproveitamento de água em uma residência, pode-se dizer que tal residência terá um dentre vários requisitos para ser considerada uma construção sustentável, definida por Mateus (2004) como sendo as que causam o mínimo impacto ambiental, ou ainda, se possível, construções com consequências reparadoras para o meio ambiente, denominando-a de construção eco-eficiente.

É preciso, primeiramente, entender a definição de água potável e não potável, antes de se iniciar o estudo de implantação e execução de um sistema de aproveitamento da água da chuva. O Ministério da Saúde define na Portaria nº 518 (2004) água potável como “água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”, e nesta mesma Portaria estão relacionados todos os parâmetros do padrão de potabilidade. A NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) define água não potável como sendo aquela não atende a Portaria nº 518.

Agora que já conhecida as definições, é preciso entender como é distribuído o consumo de água nas residências, para se conseguir uma real economia de água e conseqüentemente uma edificação sustentável. Segundo o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010) na cidade de Campo Mourão a média de moradores em domicílios particulares ocupados é de 3,08hab/domicílio e o Manual de Projeto Hidrossanitário da Companhia de

Saneamento do Paraná - SANEPAR (2013) recomenda uma estimativa de 150 l/hab.dia para o cálculo de consumo per capita.

Segundo Gonçalves (2009) estudos feitos no exterior e no Brasil apontam que o maior consumo de água, dentro de uma residência, está nos banhos, vasos sanitários e lavagem de roupas. O autor ainda mostra que o consumo de água não potável em uma residência, em relação ao consumo total, chega em média a 40%. Apesar de um estudo realizado por Fewtrell e Kay (2007 apud Cohim, 2009, p.2) acerca do uso da água da chuva em bacias sanitárias em uma comunidade hipotética da Inglaterra indicar que não há riscos de contaminação, este item será desconsiderado para este trabalho.

Ilustrando as informações de Gonçalves, Hafner (2007) faz uma estimativa, baseado em pesquisas e trabalhos realizados no Brasil, do que seria uma média de consumo padrão em uma residência brasileira, nos diversos usos, ilustrada no Gráfico 1.

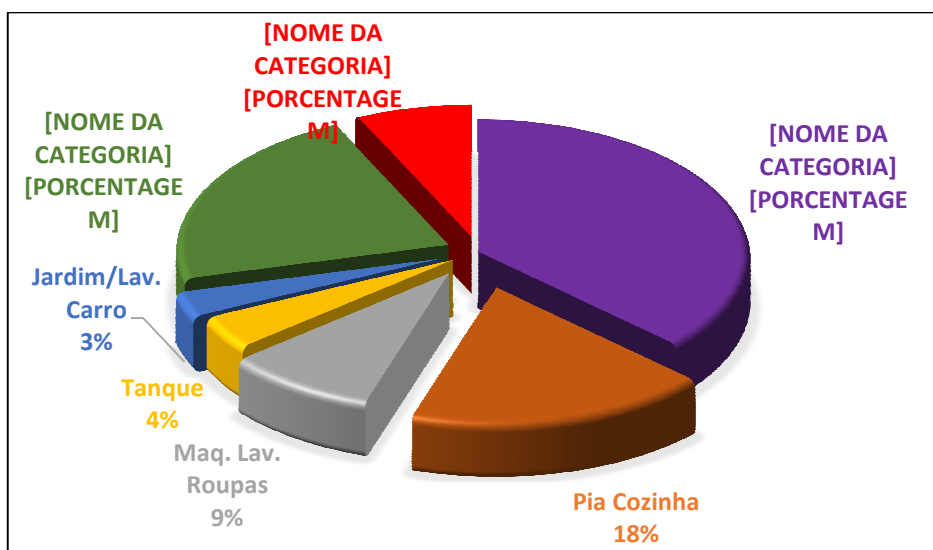


Gráfico 1 - Distribuição do consumo de água em uma residência brasileira
Fonte: Adaptado de Hafner (2007).

Estes dados estatísticos vêm ao encontro do trabalho proposto, já que o sistema de aproveitamento de água pluvial se destinará ao consumo de água não potável, podendo reduzir cerca de 16% dos gastos com água, somando o consumo do tanque, jardim e lavagem de carro, e máquina de lavar roupas.

Existem vários métodos e técnicas para se projetar cada parte integrante de um sistema coletor e aproveitador de água pluvial, porém todas as partes são

previstas pela NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) e será dividida no trabalho nas seguintes etapas:

- Área de captação;
- Calhas e condutores;
- Dispositivo de descarte do escoamento inicial;
- Cisterna;
- Conjunto motobomba;
- Reservatório elevado;
- Tubulação de abastecimento dos pontos pretendidos.

Em seguida será apresentada uma concisa descrição de cada parte integrante do sistema de aproveitamento da água pluvial aqui pretendido.

4.1 ÁREA DE CAPTAÇÃO

Pode-se definir a área de captação, segundo a NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) como sendo a área, em metros quadrados, da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada, projetada na horizontal.

Estas áreas podem ser dos mais variados materiais e tipos, desde telhados comuns, lajes impermeáveis ou com vegetação, passando por áreas de solo, propriamente dito, ou até pavimentos de estacionamentos ou estradas. Como a área para captação da chuva pode ser variada, deve-se optar pela área mais limpa, onde não há trânsito de pessoas ou animais, e que está em um nível mais alto comparada ao nível do reservatório, portando, a própria NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) recomenda o uso dos telhados para tal captação. (LAMBERTS, 2010)

Segundo Lamberts (2010), vale salientar que após a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, a cobertura não terá mais apenas a função original de cobertura, então precisa ser mantida limpa. Também comenta que devem ser evitadas coberturas com materiais que afetem a qualidade da água, como por exemplo, telhas de amianto, com chumbo, zinco, cromo, pinturas a base de metais pesados, dentre outros materiais nocivos não só a saúde como ao meio ambiente.

4.2 CALHAS E CONDUTORES

Segundo a NBR 10844 (ASSOCIAÇÃO..., 1989) as calhas são canais que recolhem a água das coberturas e a conduzem a um ponto de destino, elas podem ser feitas de chapas de aço galvanizado, PVC rígido, concreto, alumínio, aço inoxidável, chapas de cobre, dentre outros materiais. O dimensionamento das calhas e condutores deve respeitar a metodologia descrita na NBR 10844 (ASSOCIAÇÃO..., 1989).

Junto às calhas e/ou condutores deve ser previsto algum mecanismo que impeça a passagem de sujeiras que se depositam sobre os telhados, do tipo grelha ou tela, que devem ser limpas periodicamente. Também pode ser previsto um dispositivo de descarte de sólidos, composto de peneiras autolimpantes, encontrados no mercado nacional (LAMBERTS, 2010)

4.3 DISPOSITIVO DE DESCARTE DO ESCOAMENTO INICIAL

Segundo Tomaz (2005) as primeiras chuvas, que contém impurezas dos telhados podem ser descartadas de duas maneiras, a primeira seria tubulações com acionamento manual que desviariam o escoamento inicial da cisterna, a segunda maneira seria algum dispositivo automatizado, que descartaria essa primeira chuva sem a necessidade de alguma operação do homem.

A NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) recomenda que o dispositivo de descarte seja automático e que a vazão a ser descartada seja calculada pelo projetista, que na falta de dados recomenda-se o descarte de 2mm da primeira chuva.

Muitas são as maneiras de se promover o desvio do escoamento inicial, Lamberts (2010) utilizou uma alternativa simples e barata para o projeto da Casa Eficiente em Santa Catarina denominada de “torneira de boia” ou “boia que flutua”, que poderá ser utilizada no projeto estudado, o princípio do dispositivo é simples:

consiste em um tubo de PVC, que se encontra inicialmente vazio, que recebe o escoamento inicial, ao atingir o seu limite uma boia promove o fechamento do tubo, interrompendo a passagem da água que é desviada para a outra saída que escoar para o reservatório. Ao fim da chuva, este tubo é esvaziado por meio de um orifício ou abertura de um registro. Este mecanismo pode ser entendido e visto em detalhes na Figura 1.

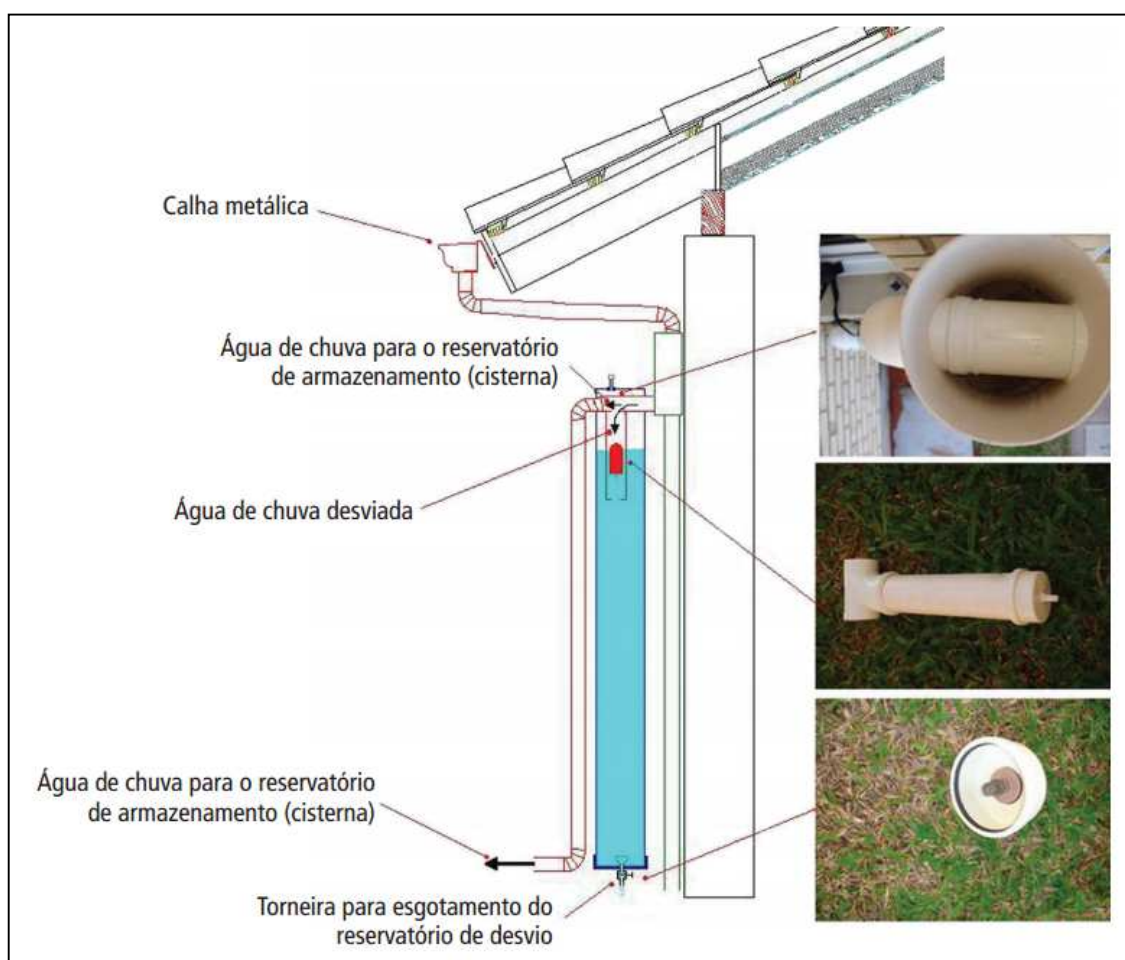


Figura 1 - Dispositivo de descarte do escoamento inicial
Fonte: Lamberts (2010).

4.4 RESERVATÓRIOS

Visando a economia de energia elétrica, o sistema de aproveitamento de água da chuva pode ser composto de dois reservatórios, o primeiro, no nível do terreno (cisterna), que será o destino da chuva que vem das calhas, passando pelos

condutores e dispositivo de descarte do escoamento inicial, e o segundo, será o reservatório elevado, que irá abastecer os pontos de consumo por gravidade.

Segundo Lamberts (2010), é necessário saber a área de captação, as características pluviométricas do local, o coeficiente de escoamento superficial e o volume de água potável que será substituída pelas águas pluviais, para o dimensionamento dos reservatórios.

A NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) determina que devem ser considerados para o projeto dos reservatórios, mecanismos extravasores, dispositivos de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança, além de outra fonte de suprimento proveniente de água potável de modo que não aconteça ligação cruzada. Todos esses itens devem atender a NBR 12217 (ASSOCIAÇÃO..., 1994).

4.5 CONJUNTO MOTOBOMBA

Segundo a NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) o bombeamento, quando necessário, deve atender a NBR 12214 (ASSOCIAÇÃO..., 1992). Se o conjunto motobomba for ligado a uma boia eletromecânica com chave de nível, pode-se obter uma economia de energia, tornando o uso da mesma interessante, de modo que a motobomba somente será acionada quando o nível do reservatório superior estiver baixo.

4.6 TUBULAÇÃO DE ABASTECIMENTO

A NBR 15527 (ASSOCIAÇÃO..., 2007) diz que as instalações prediais de abastecimento de água devem atender a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO..., 1998), porém devem ser claramente diferenciadas as tubulações de água potável e não potável (uma forma simples é a diferenciação pelas cores das tubulações), de modo que não aconteça o cruzamento entre elas. Ainda, os pontos onde serão abastecidos pela

água pluvial devem ser de uso restrito e identificado por placas com identificação gráfica e advertência com a descrição “água não potável”.

5 METODOLOGIA

O estudo constituiu-se em um procedimento metodológico fundamentado em uma pesquisa bibliográfica por meio de autores, publicações e estudos que abordam a temática sistema de aproveitamento pluvial para uso não potável.

Primeiramente, aprofundou-se na temática com pesquisas mais enfáticas nos livros, trabalhos já realizados acerca do tema e normas que regulamentam como deve ser executada cada etapa do sistema coletor de águas pluviais a ser projetado.

O próximo passo foi a análise dos projetos das residências, mais especificamente a planta de cobertura de uma moradia social, com o intuito de averiguar a melhor maneira para a implantação do sistema de coleta pluviométrica.

Na sequência iniciou-se o dimensionamento dos componentes do sistema, começando pelas calhas e condutores horizontais e verticais, atendendo a NBR 10844. Foi previsto também um sistema de remoção de detritos e descarte da água de escoamento inicial, em face da sujeira e impurezas que se depositam no telhado.

Em seguida foi quantificado o volume médio de precipitação pluviométrica registrado na cidade de Campo Mourão baseados nos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Estes dados foram utilizados no dimensionamento dos reservatórios.

Após a coleta dos dados necessários e de posse dos projetos da moradia, dimensionou-se uma cisterna e um reservatório elevado para armazenamento do volume de água coletado e distribuição até os pontos de utilização, calculada com base na NBR 15527 e atendendo a NBR 12217, prevendo extravasor, dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança.

Na sequência foi previsto uma motobomba, atendendo a NBR 12214, para o bombeamento da água da cisterna para o reservatório elevado, que também atende normas NBR 15527 e NBR 12217. Nesta fase dimensionou-se também a tubulação para o abastecimento dos pontos de utilização (tanque, máquina de lavar e jardinagem/lavagem de carro) da água armazenada no reservatório elevado, incluindo todos os registros e conexões.

Para finalizar foram apresentados os valores referentes ao quantitativo de todos os materiais utilizados no sistema e levantado o custo para implantação deste sistema. O trabalho não levou em consideração os aspectos qualitativos da água

pluvial. Não foi analisado as propriedades químicas, físicas e biológicas da água destinada a atender o uso pretendido, deixando tais análises como uma oportunidade de trabalhos futuros.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 PROJETO E ÁREA DE CAPTAÇÃO

O projeto selecionado para o estudo foi fornecido pela Construtora Piacentini, o qual está em processo de execução na cidade de Campo Mourão. A baixo segue a Figura 2 que mostra a planta da moradia social selecionada, constituída por 2 quartos, sala, cozinha, banheiro e lavanderia totalizando 36,77 m² em um terreno de 12m de frente por 15m de fundo.

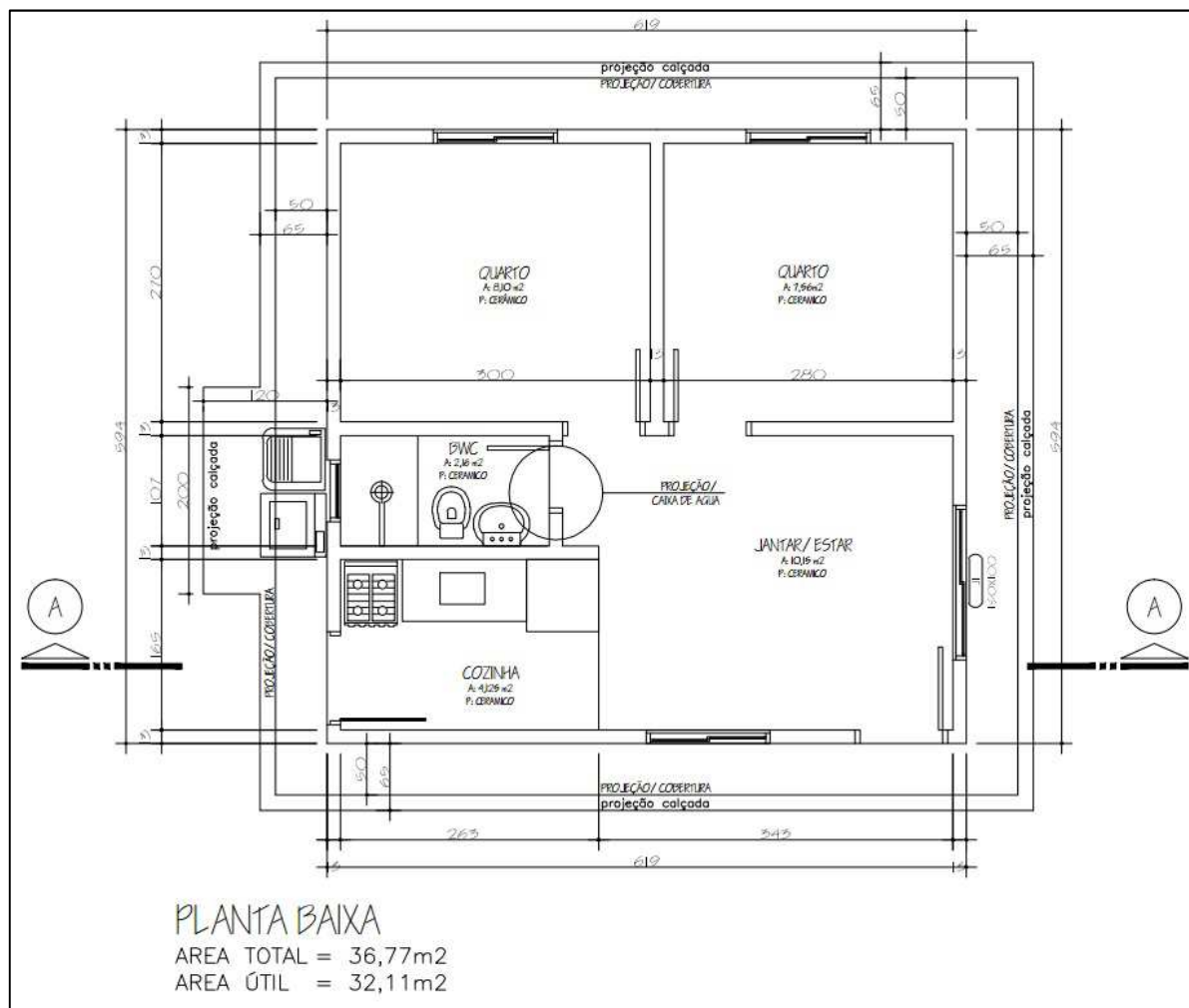


Figura 2 – Planta Baixa
Fonte: Construtora Piacentini (2011).

O primeiro passo é a análise da planta de cobertura, a qual fornecerá a área de coleta e o posicionamento das calhas, dependendo da disposição do telhado.

Com um beiral de 0,50m e disposto em duas águas com inclinação de 38%, como pode ser visto na Figura 3, a área total da cobertura é de 49,9m² e será utilizada toda esta área para a coleta da chuva.

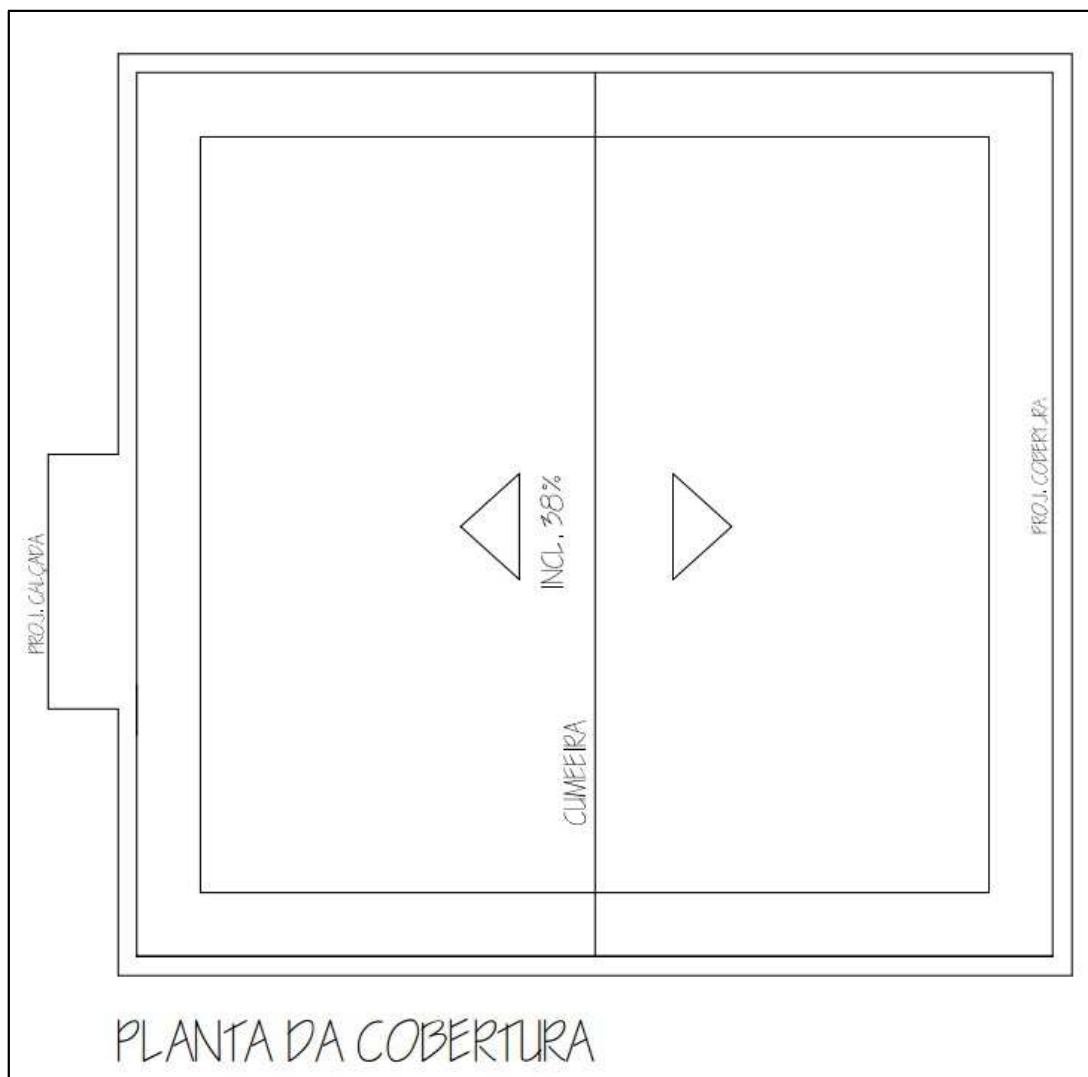


Figura 3 – Planta de Cobertura.
Fonte: Construtora Piacentini (2011).

6.2 CALHA E CONDUTORES VERTICAIS

Para o dimensionamento da calha e dos condutores verticais será utilizada a NBR 10844 que delimita alguns valores e conduz o dimensionamento por algumas expressões matemáticas e ábacos.

A primeira operação a ser feita é o cálculo da área de contribuição da calha. Tendo em vista que o telhado é disposto em dois panos e será considerado uma

calha em cada pano, segundo a NBR 10844, para este caso, a área de contribuição é calcula pela equação 1:

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

Onde:

A: Área de Contribuição (m²)

a: Metade da largura do telhado (m)

b: Comprimento do telhado (m)

h: Altura da cumeeira (m)

Considerando:

$$a = 3,595\text{m}$$

$$h = 1,37\text{m}$$

$$b = 6,94\text{m}$$

Tem-se a área de contribuição (A) de 29,70m².

Em seguida será calculada a vazão da calha pela equação 2, onde a NBR 10844 determina a consideração da Intensidade Pluviométrica (I) para construções de até 100m² como sendo de 150mm/h, a Área já foi calculada pela equação 1, então teremos pela equação 2, a Vazão(Q) de 74,26 L/min.

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (2)$$

Com o valor da Vazão da calha é possível calcular a dimensão da calha, primeiramente determina-se a forma da calha e o material, que será retangular e de aço galvanizado, e fixando-se o valor da base da calha como sendo 5cm calcula-se a altura da lamina d'água, conseqüentemente a altura da lâmina d'água dentro da calha, pela equação 3:

$$Q = K \cdot \frac{A_m}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (3)$$

Onde:

$$Q = 74,26\text{L/min (Vazão)}$$

$$K = 60000 \text{ (Constante)}$$

$$A_m = 0,05 \cdot x \text{ (Área Molhada, base vezes altura da lâmina d'água)}$$

$$n = 0,011 \text{ (Coeficiente de Rugosidade, função do material)}$$

$$R_h = \frac{A_m}{P_m} \text{ (Raio Hidráulico, Área Molhada dividido pelo Perímetro Molhado)}$$

$P_m = 0,05 + 2 \cdot x$ (Perímetro Molhado, base mais duas vezes a altura da lâmina d'água)

$I = 0,5\%$ (Inclinação, valor mínimo estipulado pela NBR 10844)

será de $x = 5,73\text{cm}$, então, para manter uma relação da altura da calha ser duas vezes a base, a altura da calha será de 10cm e a base permanece com 5cm.

Agora pode-se determinar a dimensão do condutor vertical, que terá um comprimento de 2,5m de altura. Pela NBR 10844 é necessário conhecer três valores para se determinar o diâmetro do condutor vertical: a vazão (74,26L/min), a altura da lâmina d'água (5,73cm) e o comprimento do condutor (2,5m). Com esses valores define-se o diâmetro por meio de um ábaco presente na norma, porém como esses valores são muito baixos não existe nenhuma curva no ábaco que indica o diâmetro para estes valores, então adota-se o valor mínimo de diâmetro preconizado pela norma, portanto o condutor vertical será de 75mm.

Na Figura 4 pode-se observar melhor a disposição das calhas e condutores na planta de cobertura.

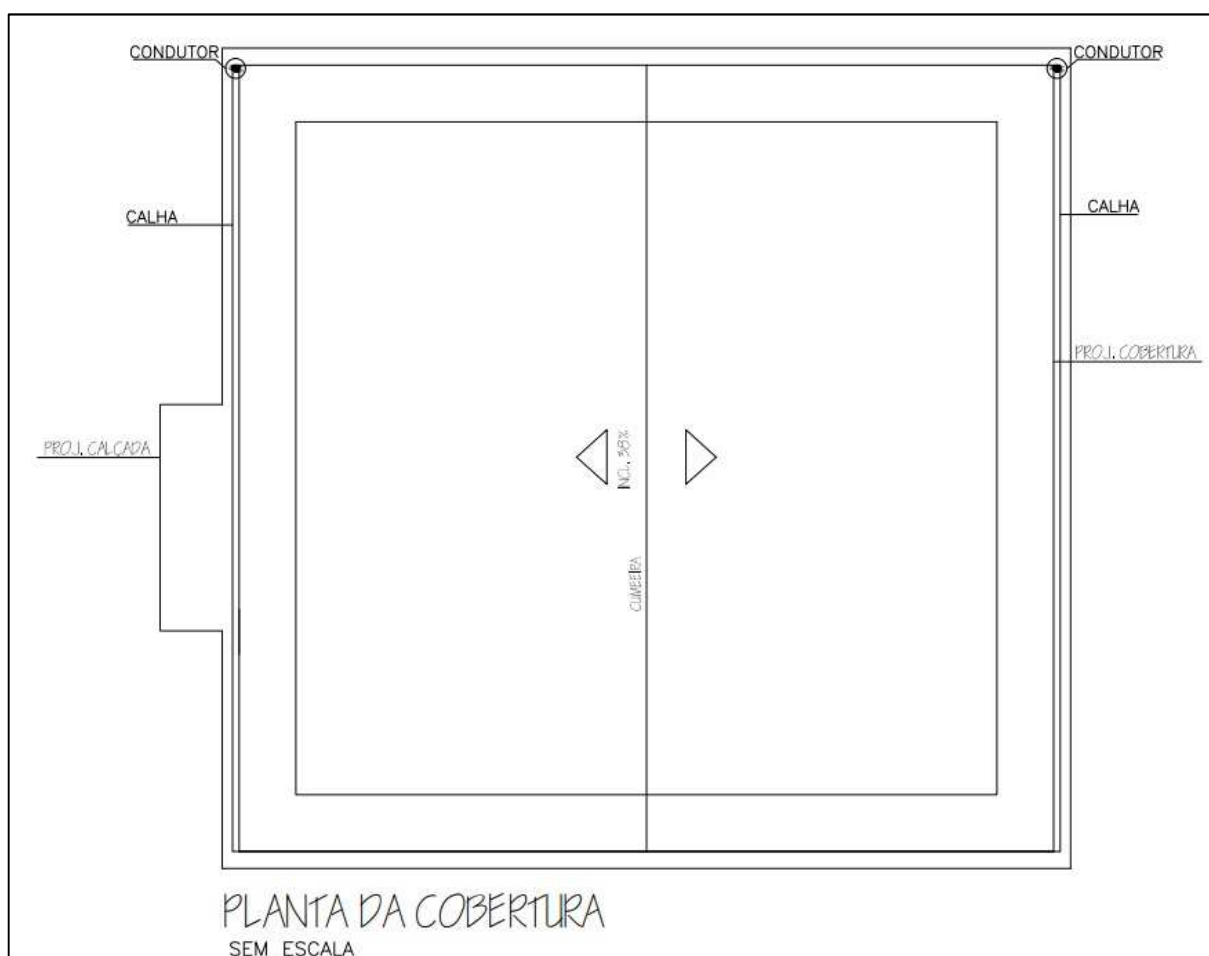


Figura 4 – Detalhe das calhas e dos condutores.

Fonte: Adaptado de Construtora Piacentini (2011).

Para funcionar como um sistema de remoção de detritos, folhas e demais impurezas será previsto uma grelha na entrada do condutor vertical, esta grelha deve ser limpa periodicamente para evitar a obstrução do condutor e não comprometer todo o sistema.

A NBR 15527 exige que exista algum mecanismo de descarte do escoamento inicial da chuva, que deve ser de 2mm da precipitação inicial, o que corresponde a um total de 2 litros por m² de telhado. Como a área de captação é composta de dois panos de 29,70m², teremos que descartar 59,4 L de cada lado do telhado.

O dispositivo a ser implantado no projeto, será o mesmo usado por Lamberts (2010) no projeto da Casa Eficiente, como já foi visto e explicado o seu funcionamento na Figura 1. Usando um tubo de PVC de 100mm, será necessário 1,90 m de tubo para captar os 59,4 L iniciais, instalados nos dois coletores verticais. A escolha deste sistema foi por ser um mecanismo barato e funcional, lembrando que este tubo deve ser esvaziado ao fim de cada chuva, para que possa funcionar perfeitamente na próxima chuva.

Quando os condutores verticais chegam no nível do chão, são conduzidos até a cisterna com inclinação mínima de 0,5% e os tubos são enterrados. Será construída uma caixa de passagem enterrada na mudança de direção do condutor (Figura 6), com dimensões de 40x40 cm.

6.3 PRECIPITAÇÃO

Os dados pluviométricos da cidade de Campo Mourão foram retirados do campo de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A estação de código 83783 fica na cidade de Campo Mourão na Latitude -24,05°, Longitude -52,36° e Altitude de 616,40m, e foram solicitados os dados pluviométricos dos últimos 10 anos, de 2003 a 2013, pelo fato dos dados do intervalo estarem próximos ao valor médio histórico de Campo Mourão, que segundo o INMET é de 135,49mm. Os dados foram organizados na Tabela 1 que segue a seguir.

Tabela 1 - Precipitação entre os anos de 2004 a 2013 em Campo Mourão														
Ano	Mês	Precipitação Total (mm)	Média Anual (mm)	Núm. De Meses de "Seca"	Ano	Mês	Precipitação Total (mm)	Média Anual (mm)	Núm. De Meses de "Seca"	Ano	Mês	Precipitação Total (mm)	Média Anual (mm)	Núm. De Meses de "Seca"
2004	Jan	129,40	144,23	7,00	2007	Mai	106,10	124,63	6,00	2010	Set	87,10	139,53	5,00
	Fev	122,60				Jun	0,90				Out	186,60		
	Mar	54,40				Jul	113,80				Nov	133,40		
	Abr	167,70				Ago	14,80				Dez	346,40		
	Mai	287,10				Set	23,00				Jan	130,90		
	Jun	85,60				Out	66,80				Fev	225,60		
	Jul	120,00				Nov	269,90				Mar	176,50		
	Ago	2,90				Dez	130,20				Abr	100,50		
	Set	67,20				Jan	154,20				Mai	9,10		
	Out	311,10				Fev	78,50				Jun	160,80		
	Nov	232,70				Mar	174,30				Jul	208,30		
	Dez	150,10				Abr	92,30				Ago	167,00		
2005	Jan	319,10	137,14	7,00	2008	Mai	109,30	119,07	8,00	2011	Set	43,50	118,31	8,00
	Fev	197,30				Jun	94,60				Out	231,40		
	Mar	64,40				Jul	32,70				Nov	148,90		
	Abr	84,50				Ago	285,20				Dez	71,90		
	Mai	101,50				Set	73,30				Jan	208,20		
	Jun	141,60				Out	94,60				Fev	82,50		
	Jul	62,80				Nov	138,90				Mar	68,00		
	Ago	35,50				Dez	100,90				Abr	263,00		
	Set	146,10				Jan	205,30				Mai	85,10		
	Out	374,10				Fev	121,20				Jun	225,00		
	Nov	68,30				Mar	114,30				Jul	40,80		
	Dez	50,50				Abr	51,70				Ago	4,10		
2006	Jan	144,40	114,91	5,00	2009	Mai	243,60	166,11	6,00	2012	Set	32,30	175,93	7,00
	Fev	196,00				Jun	123,30				Out	111,20		
	Mar	137,70				Jul	229,60				Nov	49,10		
	Abr	119,00				Ago	88,10				Dez	250,40		
	Mai	19,70				Set	197,50				Jan	286,30		
	Jun	48,50				Out	334,40				Fev	356,20		
	Jul	59,70				Nov	193,10				Mar	308,10		
	Ago	40,00				Dez	91,20				Abr	77,80		
	Set	174,60				Jan	276,40				Mai	180,50		
	Out	100,20				Fev	189,90				Jun	348,60		
	Nov	148,60				Mar	156,40				Jul	71,50		
	Dez	190,50				Abr	155,00				Ago	10,40		
2007	Jan	231,50	142,63	6,00	2010	Mai	101,90	142,63	6,00	2013	Set	112,90	175,93	7,00
	Fev	214,50				Jun	26,80				Out	162,20		
	Mar	165,20				Jul	43,60				Nov	94,90		
	Abr	158,90				Ago	8,10				Dez	101,80		
Média das Precipitações Entre 2004 e 2013											138,25			
Média de Meses de "Seca"											6,50			

Fonte: Adaptado dos dados fornecidos pelo INMET (2014)

Observando a Tabela 1 pode-se analisar a precipitação em todos os meses no intervalo dos últimos 10 anos e calcular as médias anuais, a média total do intervalo, 138,25mm, o tempo de "seca", que seria a quantidade de meses em que a precipitação ficou a baixo da média e a média dos meses de "seca" total do intervalo que resultou em 6,50 meses.

6.4 RESERVATÓRIOS

A NBR 15527 fornece vários métodos de cálculo do volume do reservatório de captação da água da chuva, cada método tem sua particularidade e suas restrições, o método que será usado neste estudo será o Método Azevedo Neto que é expresso pela equação 4:

$$V=0,042.P.A.T \quad (4)$$

onde:

P = 138,25mm (Precipitação)

A = 49,9m² (Área de Captação)

T = 6,5 meses (Valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca)

V (Volume de água do reservatório expresso em litros)

Solucionando a equação 4 obtém-se o Volume do Reservatório de 1883,34L ou 1,88m³, este volume será dividido entre cisterna e reservatório elevado, porém, devido a capacidade comercial dos reservatórios de polietileno existentes e o espaço disponível dentro do telhado para o posicionamento do reservatório elevado, serão utilizados dois reservatórios, um funcionando como cisterna de 2000L e outro como reservatório elevado de 500L, totalizando 2500L, garantindo com folga o volume calculado. Estes reservatórios serão posicionados conforme o esquema da Figura 5 e Figura 6 representados a seguir.

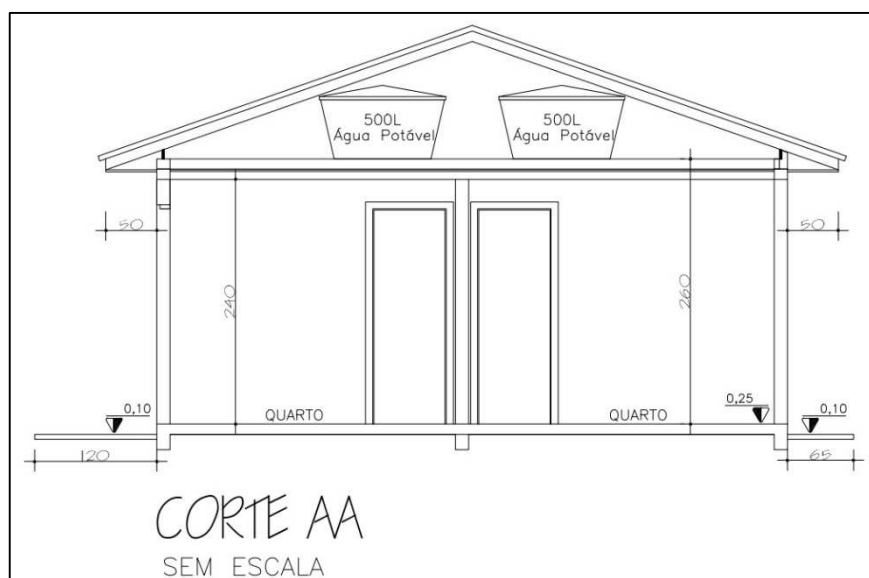


Figura 5 – Posicionamento do Reservatório Elevado de 500L.
Fonte: Adaptado de Construtora Piacentini (2011).

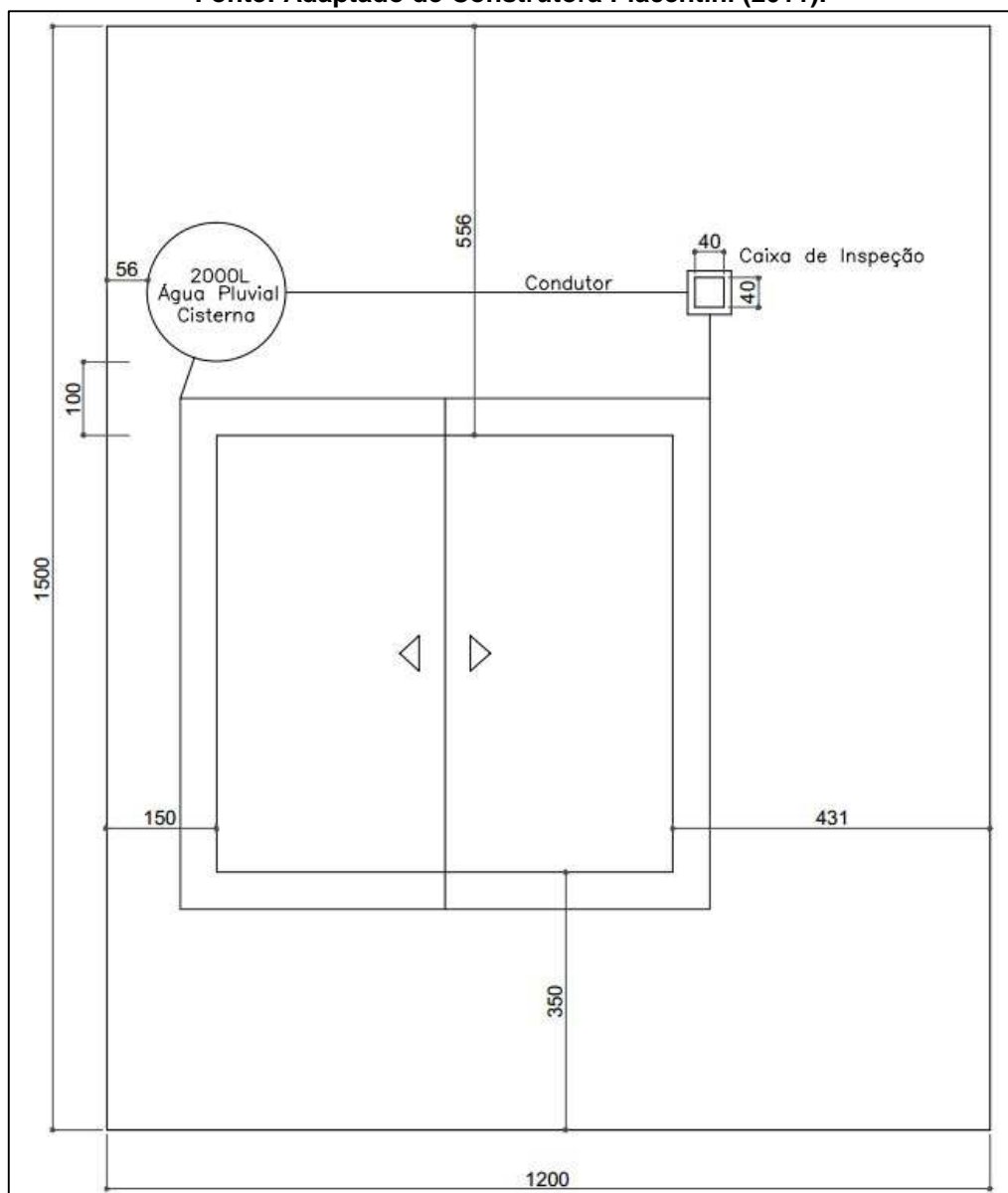


Figura 6 – Posicionamento da Cisterna de 2000L.
Fonte: Adaptado de Construtora Piacentini (2011).

A cisterna será enterrada, para atender a um requisito da NBR 15527 que diz que este reservatório não deve ficar exposto ao sol e também para que a água coletada pela calha possa ser transportada por gravidade.

Para os dois reservatórios serão previstos dispositivos de limpeza e extravasor, na cisterna a tubulação de limpeza será instalada na parte inferior do reservatório seguido de um registro de gaveta. O tubo extravasor, ou ladrão, será instalado no nível mais alto da caixa e ligará na tubulação de limpeza após o registro. Esta tubulação encaminhará a água excedente ou a de limpeza, para o

sistema de coleta pluvial da rede pública. Este sistema pode ser entendido de forma esquemática na Figura 7.



Figura 7 - Detalhe esquemático das tubulações da Cisterna
Fonte: Aatoria Própria.

Já no reservatório elevado, a tubulação do extravasor será ligada à cisterna, deste modo, se o relê superior deixar de desligar a bomba, a água excedente não será desperdiçada, e a tubulação de limpeza sai no telhado. A Figura 8 mostra estas ligações de maneira esquemática.

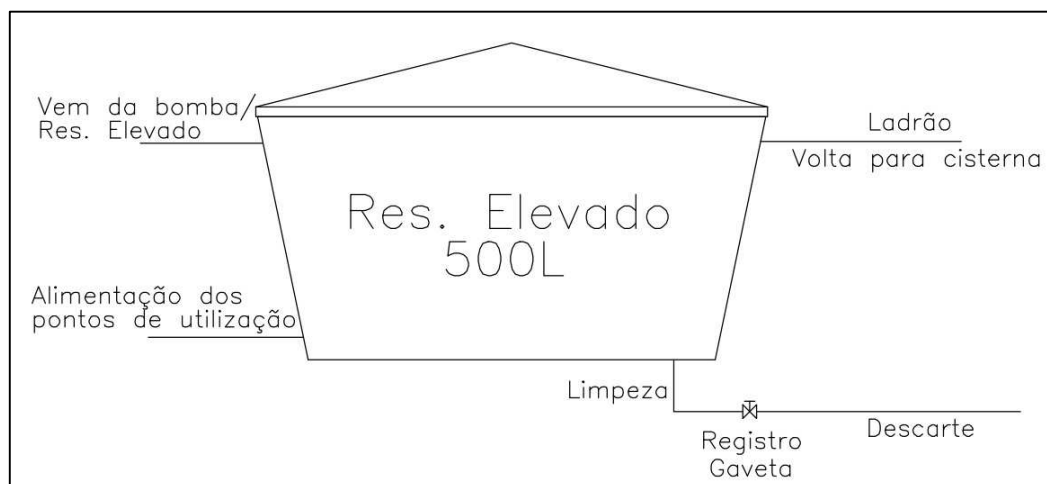


Figura 08 - Detalhe esquemático das tubulações do Reservatório Elevado
Fonte: Aatoria Própria.

A NBR 15527 menciona que não pode haver ligação cruzada entre a água da chuva e a água potável, porém, se no período de estiagem a água do reservatório elevado e da cisterna esgotar, os pontos de utilização alimentados pela água pluvial não podem ficar sem alimentação, portanto, neste caso será previsto um mecanismo de abastecimento do reservatório elevado com água potável, como pode ser visto na Figura 9. Enquanto houver água da chuva armazenada, o registro

2 deve permanecer fechado, quando o reservatório esvaziar, o registro 2 deve ser aberto, garantido o abastecimento normal de todos os pontos de utilização.

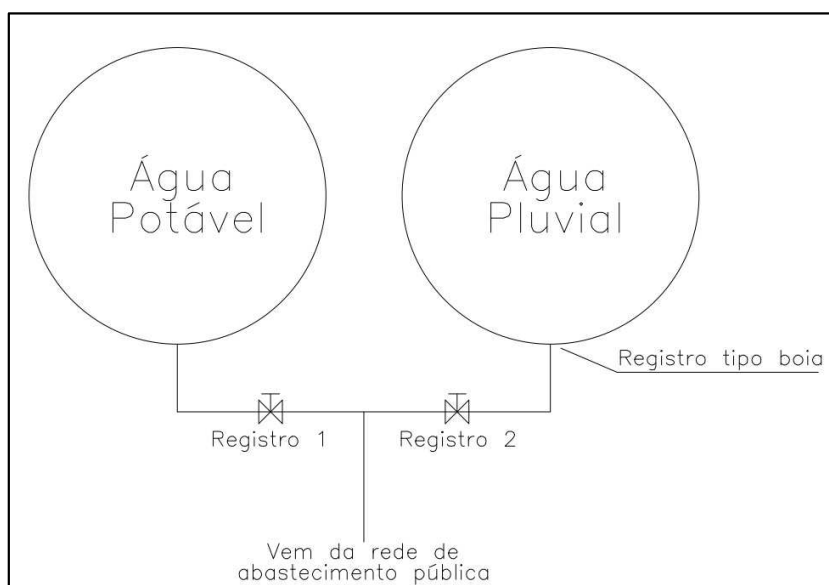


Figura 9 – Detalhe esquemático da alimentação potável no Reservatório Pluvial
Fonte: Autoria Própria.

6.5 MOTOBOMBA

A Motobomba será instalada ao lado da cisterna e terá a função de bombear a água da cisterna para o reservatório elevado.

Ela funcionará em modo automático, ligando e desligando automaticamente quando os níveis da água atingirem os relês de níveis. Serão 3 relês funcionando em conjunto com a bomba, dois no reservatório superior e um na cisterna.

Os relês do reservatório superior serão instalados nos níveis mínimos e máximos do volume do reservatório, quando o nível d'água atinge o relê inferior, a bomba aciona e inicia o bombeamento, ao atingir o relê superior a bomba é desligada.

O relê da cisterna será instalado no nível mínimo deste reservatório, quando o nível de água atingir este relê a bomba é desligada juntamente com os relês do reservatório elevado, garantindo o não funcionamento da bomba nos meses de seca, evitando a entrada de ar na bomba e o gasto desnecessário de energia. Não é necessário a instalação de um relê superior na cisterna pois ao ultrapassar o limite máximo do reservatório a água escoar pelo ladrão.

Embasados na NBR 12214 as fabricantes de motobombas produzem catálogos para facilitar a escolha da bomba para a finalidade adequada, dentre os diversos modelos produzidos. Tomando como parâmetro o catálogo da Schneider, a bomba escolhida será a BC-91 S/T com 1/6cv, que atinge uma altura manométrica de até 8m, uma vazão de 4,5m³/h e pressão máxima de 13m.c.a. Ainda com o auxílio do catálogo, pode-se definir a tubulação de sucção e recalque com diâmetro de 3/4”.

6.6 TUBULAÇÃO DE ABASTECIMENTO

Os pontos de utilização escolhidos para serem abastecidos pela água pluvial foram a máquina de lavar roupas, tanque e duas torneiras. As locação destes pontos foram determinados pela disposição da planta da casa.

A tubulação de abastecimento inclui o barrilete, as colunas de água fria, ramais e sub-ramais, como podem ser observados de forma esquemática nas Figuras 10 e 11.

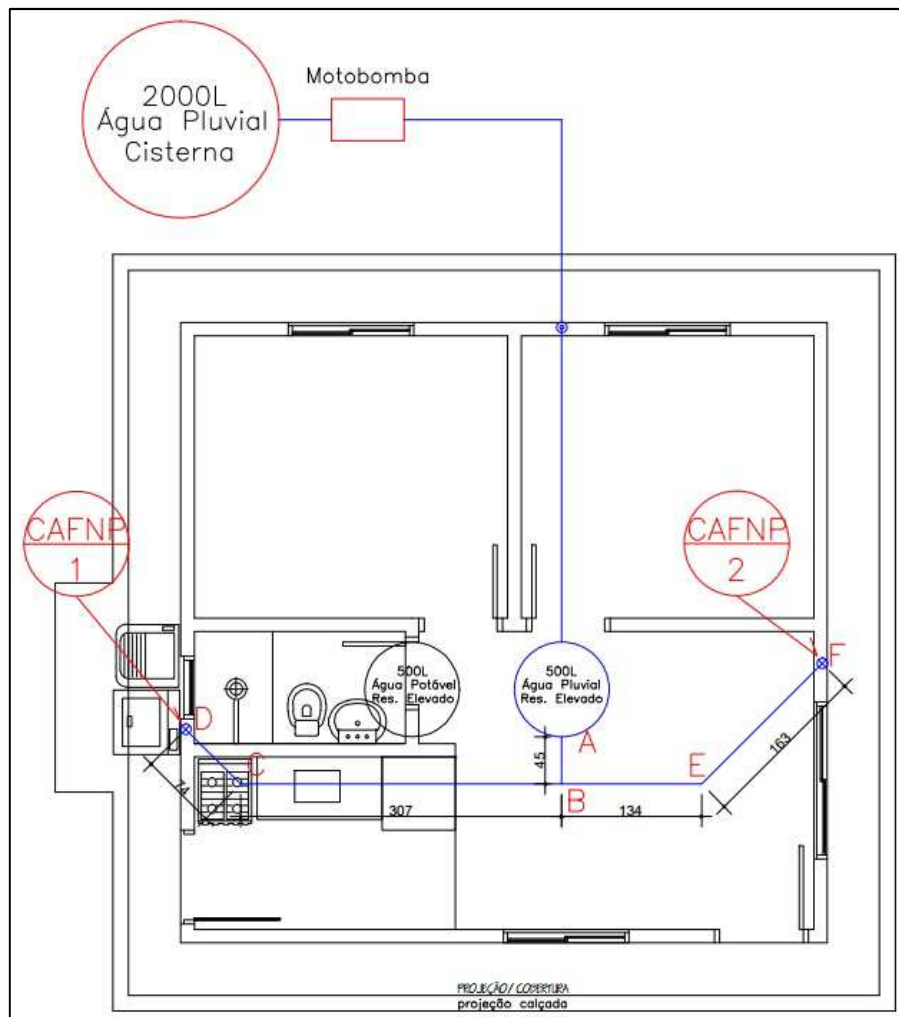


Figura 10 – Barrilete

Fonte: Adaptado de Construtora Piacentini (2011).

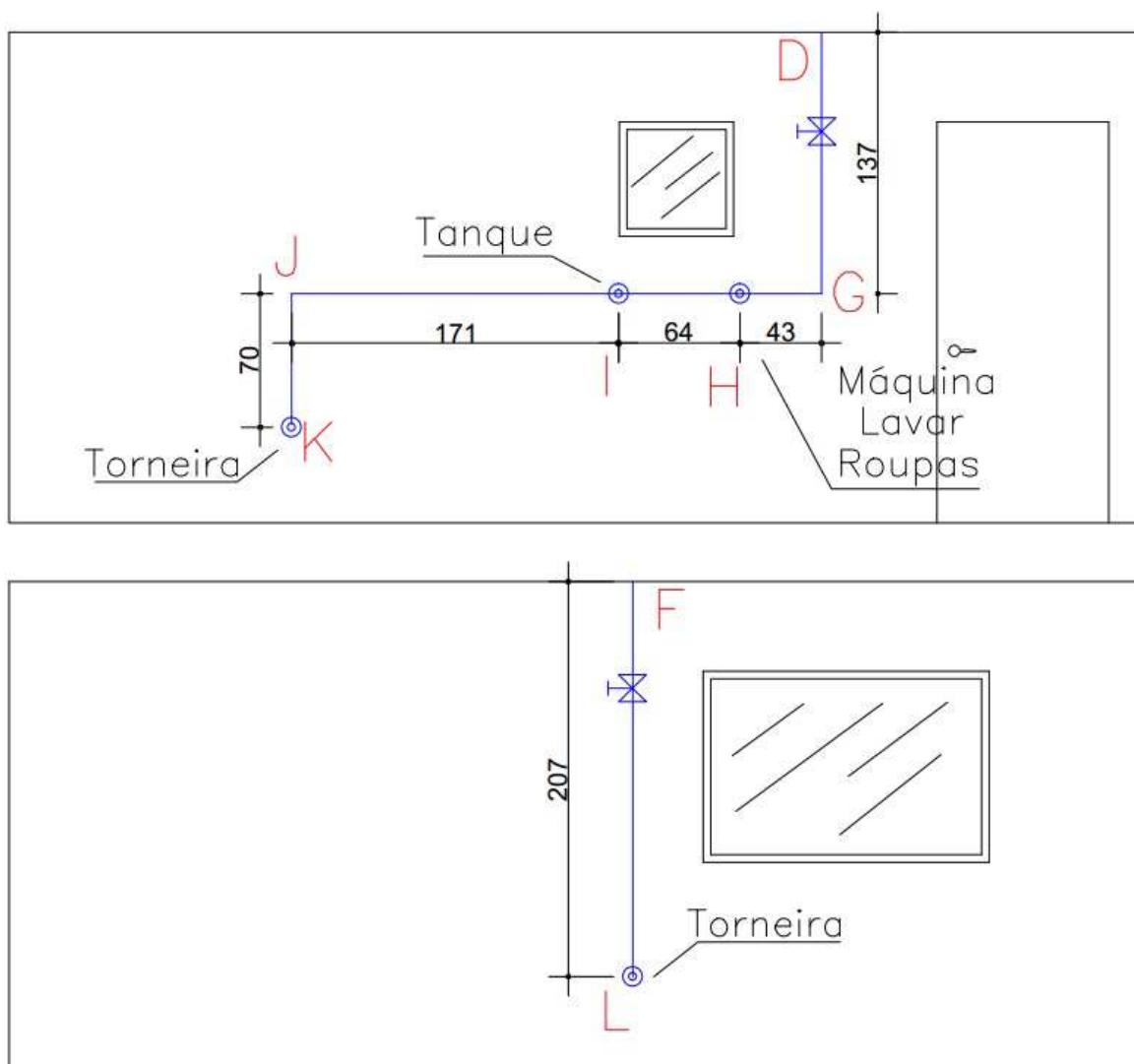


Figura 11 – Representação esquemática dos cortes das tubulações.
Fonte: Adaptado de Construtora Piacentini (2011).

O dimensionamento da tubulação de alimentação dos pontos de utilização é regido pela NBR 5626 e para garantir a pressão mínima de 0,50 metro de coluna d'água (ou 5kPa) em todos os pontos de utilização, faz-se necessário seguir um roteiro de cálculo explicado na norma.

Depois de determinado os diâmetros de todas as partes (barrilete, ramais e sub-ramais) por meio das tabelas presentes da norma, através dos pesos atribuídos a cada peça de utilização, é necessário a verificação da pressão de cada ponto. Esta pressão é calculada subtraindo a perda de carga total da altura do nível da água do reservatório elevado em relação ao ponto de utilização. A Tabela 2 mostra a perda de carga em cada trecho da tubulação.

Tabela 2 - Perda de carga em cada trecho da tubulação										
TRECHO	OBS	PESOS (uhc)	Q (l/s)	Ø (mm)	v (m/s)	Ju (Perda de Carga por Metro)	Comp. Da Tubulação			Perda de Carga no trecho (Ju)
							Leq (registros e conexões)	Ltub (comp. real)	Lt (comp. equivalente total)	
BARRILETE										
AB	CB+BE	10,00	0,50	32,00	0,62	0,02	6,40	0,45	6,85	0,12
BC	CD	8,00	0,50	32,00	0,62	0,02	1,00	3,07	4,07	0,07
CD	CAF 1	8,00	0,50	32,00	0,62	0,02	2,00	0,74	2,74	0,05
BE	EF	2,00	0,50	32,00	0,62	0,02	1,00	1,34	2,34	0,04
EF	CAF 2	2,00	0,50	32,00	0,62	0,02	2,00	1,63	3,63	0,06
LAVANDERIA e GARAGEM										
DG		1,80	0,40	25,00	0,82	0,04	1,50	1,37	2,87	0,11
GH		1,80	0,40	25,00	0,82	0,04	3,10	0,43	3,53	0,13
HI		1,10	0,31	25,00	0,64	0,02	3,10	0,63	3,73	0,09
IJ		0,40	0,19	25,00	0,39	0,01	1,50	1,71	3,21	0,03
JK		0,40	0,19	25,00	0,39	0,01	1,50	0,70	2,20	0,02
EF		0,40	0,19	25,00	0,39	0,01	1,50	2,07	3,57	0,03

Fonte: Aatoria Própria

Com a perda de carga por trecho calculada, é possível determinar a pressão em cada ponto, somando-se a perda de carga de todos os trechos percorridos até cada ponto, como pode ser observada na Tabela 3.

Tabela 3 - Pressão em cada ponto de utilização				
PONTO HIDRÁULICO	TRECHOS	ALTURA (Hm)	PERDA DE CARGA (J)	PRESSÃO (mca)
Maquina de Lavar	AB+BC+CD+DG+GH	1,98	0,47	1,51
Tanque	AB+BC+CD+DG+GH+HI	1,98	0,56	1,42
Torneira Lavanderia	AB+BC+CD+DG+GH+HI+IJ+JK	2,68	0,61	2,07
Torneira Garagem	AB+BE+EF+FL	2,68	0,25	2,43

Fonte: Aatoria Própria

Como em todos os pontos de utilização a pressão foi maior que 0,5 mca, pode-se fixar o diâmetro das tubulações como sendo de 32mm em todo o barrilete e 25mm para o restante da tubulação de alimentação.

Os pontos abastecidos pela água da chuva devem ser identificados como saídas de água não potável, evitando o uso da água destes pontos para consumo. Esta identificação pode ser feita por meio de uma placa de aviso que alerte para a não potabilidade da água.

6.7 QUANTITATIVO DE MATERIAIS E CUSTOS

A Tabela 4 a seguir apresenta a relação de materiais orçados para a implantação do sistema de aproveitamento pluvial.

Tabela 4 - Orçamento para implantação do sistema de aproveitamento pluvial					
Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
1	Calha de metal galvanizado 5x10cm	14	m	28,50	399,00
2	Caixa d'água de polietileno 500L	1	Unidade	189,00	189,00
3	Caixa d'água de polietileno 2000L	1	Unidade	639,00	639,00
4	Bomba d'água 1/6 cv 110V	1	Unidade	430,00	430,00
5	Relê de nível (kit com 3)	1	Unidade	250,00	250,00
6	Tubo PVC 20mm (3/4")	12	m	1,47	17,64
7	Tubo PVC 25mm (1")	9	m	1,98	17,82
8	Tubo PVC 32mm (1 1/4")	20	m	3,75	75,00
9	Tubo PVC 75mm (3")	25	m	6,00	150,00
10	Registro de gaveta 20mm	2	Unidade	8,80	17,60
11	Registro de gaveta 25mm	2	Unidade	9,47	18,94
12	Registro de gaveta 32mm	2	Unidade	16,14	32,28
13	Registro de gaveta 75mm	1	Unidade	45,00	45,00
14	Valvula de retenção 20mm	1	Unidade	14,50	14,50
15	Curva 90° 20mm	5	Unidade	0,45	2,25
16	Curva 90° 25mm	5	Unidade	0,80	4,00
17	Curva 90° 32mm	3	Unidade	1,80	5,40
18	Curva 90° 75mm	8	Unidade	3,50	28,00
19	Curva 45° 32mm	2	Unidade	2,50	5,00
20	Tê 25mm	2	Unidade	1,00	2,00
21	Tê 32mm	1	Unidade	2,50	2,50
22	Torneira	2	Unidade	3,00	6,00
23	Registro de Boia	1	Unidade	9,90	9,90
TOTAL DO MATERIAL					2360,83

Fonte: Aatoria Própria

Os materiais listados na Tabela 4 foram orçados em três lojas de Campo Mourão e região e os valores descritos foram os mais baratos encontrados na data de elaboração do trabalho (julho/2014). As tubulações e conexões tiveram suas quantidades majoradas e não foi orçada a parte de fiação elétrica para o funcionamento dos relês e da bomba. Não foi orçado os valores da mão de obra para instalação do sistema, apenas o custo de materiais.

6.8 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ECONOMIA PROMOVIDA PELO SISTEMA

Depois de dimensionado todas as partes do sistema de utilização da água da chuva, pode-se calcular a economia de água potável que o sistema irá promover.

Considerando os dados da SANEPAR (2013) e IBGE (2010) que o consumo de água potável é de 150 L/hab.dia e que a média em Campo Mourão é de 3,08hab/domicílio, respectivamente, tem-se um volume de água potável consumida de 13860 L/mês.domicílio. O volume total de água da chuva que será captado será de 2500 L, como já foi demonstrado, corresponde a 18,04% do volume total consumidos por mês, ou seja, teremos uma economia de 2500 L (18,04%) de água potável que agora será proveniente das precipitações.

Considerando-se que os pontos de utilização desta água pluvial serão para a máquina de lavar roupas, tanque e lavagem de carro/jardim, que segundo Hafner (2007) no Gráfico 1, somados equivalem a 16% do consumo total, tem-se um consumo de 2217,6 L somente para estes fins, portanto os 2500 L de chuva armazenada irá suprir 100% da demanda destes pontos de consumo, e ainda sobrar um volume 282,4 L por mês, que pode ser consumido nos períodos de estiagem.

Dentro do conceito de água não potável, ainda pode ser somado o consumo da bacia sanitária aos pontos de utilização já previstos, o que, segundo Hafner (2007) no Gráfico 1, somam 38% do consumo total, ou seja, dos 13860 L consumidos por mês, 5266,8 L é destinado apenas para uso não potável, conseqüentemente teremos uma economia de 47,47% de água destinada aos usos não potáveis.

Estes valores da economia que o sistema irá promover pode ser considerado para todos os meses do ano, uma vez que, 1mm de chuva é 1L/m², ou seja, pra encher os 2500L é necessário chover no mínimo 50,1mm no telhado de 49,9m² da casa, somando os 2mm que devem ser descartados, o valor mínimo da precipitação para encher os reservatórios é de 52,1mm por mês, quando a tabela de chuva dos 10 últimos anos é analisada é possível indicar que são poucos os meses em que chove menos que 52,1mm, e quando isso acontecer, foi previsto um sistema de abastecimento com água potável, isso sem considerar as sobras que acumulam

para o próximo mês quando o consumo nos pontos escolhidos não atingirem os 2500L.

Com o consumo de 13860 L ou 13,86 m³ se enquadra na tarifa normal da SANEPAR que até 10m³ tem o valor de R\$25,14 e o que excede os 10m³ é cobrado o valor de R\$3,77/m³ para água tratada e 80% do consumo de água é cobrado na forma de esgoto, R\$20,11 para até 10m³ e R\$3,01/m³ para o que excede os 10m³, portanto o consumo de 13,86m³ tem o custo mensal de R\$63,08 considerando água e esgoto. Com a redução de 2,5m³ no consumo de água potável, abastecida pela SANEPAR, o gasto mensal de água e esgoto cai para R\$50,38, ou seja, uma economia de R\$12,70 por mês.

Visto que o custo de materiais do sistema é de R\$2360,83 e a economia mensal é de R\$12,70, o sistema se pagará no prazo de 16 anos, desconsiderando eventuais alterações na tarifa de água tratada.

7 CONCLUSÃO

O estudo buscou avaliar o potencial de implantação de um sistema de coleta da água pluvial para usos não potáveis no tanque, máquina de lavar e jardinagem/lavagem de carro. Tal avaliação envolve uma série de informações e cálculos.

A cidade de Campo Mourão, local escolhido para o estudo, oferece índices pluviométricos satisfatórios e suficientes para atender a demanda para qual voltou-se este estudo, visto que, para os pontos de utilização selecionados a captação calculada suprirá 100% da demanda requerida.

Do ponto de vista financeiro, o sistema não é uma boa opção se o proprietário da residência pretende obter retornos imediatos ou a médio prazo, uma vez que o prazo de 16 anos para o sistema se pagar é um prazo longo. Contudo, se a tarifa cobrada pelo consumo de água potável subir bruscamente, o sistema passa a ter um retorno satisfatório.

Porém, do ponto de vista ambiental, o sistema é viável a qualquer custo, já que a economia de água potável é real. Visando a preservação deste recurso para as gerações seguinte e o aproveitamento de uma água que até então era descartada o sistema é altamente compensatório.

Vale salientar que os usuários deste sistema devem se conscientizar da importância dos seus procedimentos para o perfeito funcionamento do sistema, já que a limpeza da calha, e dos reservatórios devem ser constantes, a abertura da torneira que esvazia o sistema de descarte da chuva inicial deve ser feita ao final de cada precipitação, para que na próxima chuva o escoamento inicial possa ser descartado novamente. E também nos períodos de estiagem quando os reservatórios estiverem vazios, o próprio usuário é quem deve abrir o registro do abastecimento com água potável e fechar quando a precipitação iniciar novamente.

A implantação deste tipo de sistema de aproveitamento pluvial pode acontecer por imposição ou incentivos do governo, uma vez que esta captação irá desviar uma parcela de água pluvial que antes era destinada as galerias públicas para as galerias de esgoto e para áreas de infiltração no solo, ou seja, este tipo de sistema alivia o sistema público de galerias pluviais, podendo ser reduzida a

dimensão destas galerias, portanto este sistema também é vantajoso para o sistema público.

Além de demonstrar como deve ser projetado e dimensionado um sistema de coleta de águas pluviais para uso não potável, este trabalho tem também como alvo a população acadêmica, profissionais, poder público e os habitantes da cidade, visto que procura despertar o interesse para ações de cunho sustentável.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12214**: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.

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.

BAZZARELLA, Bianca B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº; 518 de 25 de março de 2004: Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. In: **Diário Oficial da União**, 2004.

COHIM, Eduardo. É Seguro Usar Água de Chuva Para Banho?. In: 7º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 2009, Caruaru. **Anais...** Caruaru, 2009.

COIMBRA, Roberto; ROCHA, Ciro L.; BEEKMAN, Gertian B. **Recursos Hídricos: conceitos, desafios e capacitação**. Brasília: ANEEL, 1999.

COMPANHIA DE ABASTECIMENTO DO PARNÁ - SANEPAR. **Manual de Projeto Hidrossanitário**. 2013.

ESCASSEZ de água pode tornar-se um problema global em 2020. **Diário Digital**, Portugal, 26 mar. 2006. Disponível em: <http://diariodigital.sapo.pt/news.asp?section_id=114&id_news=220731>. Acessado em: 08/12/2013

FURRIELA, Rachel B. **Educação para o consumo sustentável**. Ciclo de Palestras sobre Meio Ambiente - Programa Conheça a Educação do Cibec/Inep - MEC/SEF/COEA, 2001.

GONÇALVES, Ricardo F. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

HAFNER, Ana V. **Conservação e reuso de água em edificações—experiências nacionais e internacionais**. 2007. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico**, 2010.

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

MATEUS, Ricardo. **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Portugal, 2004.

PIACENTINI, Construtora. **Projeto Arquitetônico Casa Padrão – 01**. Campo Mourão, 2011.

SISTEMA Cantareira recebe apenas 58% da chuva esperada em sete meses. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 01 ago. 2014. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2014/08/1494672-chove-menos-de-60-da-media-nos-primeiros-sete-meses-no-cantareira.shtml>>. Acesso em: 17 ago. 2014.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva**. São Paulo: Navegar Editora, 2005.

VILLIERS, Marc de. **Água: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI.** Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.