



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

Faculdade de Engenharia

Engenharia Civil - FAEN

JOÃO PAULO DE JESUS DA SILVA

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM BLOCO DE
CONDOMÍNIO: ESTUDO DE CASO EM NAVIRAÍ/MS**

Dourados - MS

2021

JOÃO PAULO DE JESUS DA SILVA

**APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM BLOCO DE
CONDOMÍNIO: ESTUDO DE CASO EM NAVIRAÍ/MS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal da Grande Dourados, como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação da Profª Dr. Liliane Rodrigues Congro da Rocha.

Dourados-MS

2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ANEXO H – ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 16:30 horas do dia 18 de novembro de 2021, realizou-se no(a) <https://meet.google.com/hdx-kpvf-zxg> a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil, intitulado **Aproveitamento de água de chuva em bloco de condomínio: Estudo de caso em Naviraí/MS**, de autoria do(a) discente **João Paulo de Jesus da Silva**, como requisito para a aprovação no componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso II.

Após a defesa e posterior arguição, a banca examinadora concluiu que o Trabalho apresentado deve ser:

- (x) Aprovado
() Reprovado

O(A) discente(a) declara ciência de que a sua aprovação está condicionada à entrega da versão final (encadernada, corrigida e assinada) do Trabalho de Conclusão de Curso, nos termos em que especifica o regulamento do componente curricular, em anexo ao Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil da UFGD. O(A) orientador(a) se responsabilizará pela verificação e aprovação das correções do manuscrito feitas pelo(a) discente(a) para a elaboração da versão final.

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS

DISCENTE

Nome: **João Paulo de Jesus da Silva** Assinatura: João Paulo J. da Silva

BANCA EXAMINADORA

Orientador: **Liliane Rodrigues Congro da Rocha** Assinatura: Liliane Rodrigues Congro da Rocha

Membro: **Gabriel Saturnino** Assinatura: Gabriel Saturnino

Membro: **Lôide Angelini Sobrinha** Assinatura: Lôide Angelini Sobrinha

Assinado de forma digital
por Lôide Angelini Sobrinha
Dados: 2021.12.10 11:43:06
-04'00'

APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM BLOCO DE CONDOMÍNIO: ESTUDO DE CASO EM NAVIRAÍ/MS

João Paulo de Jesus da Silva¹; Prof. Dra. Liliane Rodrigues
Congro da Rocha²
joaopaulo.p.s76@gmail.com¹; lilianerocha@ufgd.edu.br²

RESUMO

Em vista das problemáticas da escassez de água potável para o consumo, o uso consciente da água passou a ser um assunto de preocupação. Além disso, com o crescimento das cidades, a percolação das águas de chuva diminuiu, devido ao aumento das áreas impermeáveis. Com isso, verifica-se a necessidade de implantação de ideias sustentáveis que utilizem a água da chuva para fins não potáveis. O objetivo desse trabalho é dimensionar e analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva, para abastecer as bacias sanitárias de um edifício residencial com a água proveniente das precipitações. O trabalho foi desenvolvido no Residencial Nelson Trad, que conta com 800 apartamentos, localizado no Jardim Paraíso IV, na cidade de Naviraí, a partir do Método de Rippl. Os resultados confirmam a eficiência do sistema de captação, reservação, abastecimento e distribuição que trouxe uma economia de 16% em relação ao consumo médio mensal por apartamento, estimada em 2,9 m³ de água potável, gerando uma economia de aproximadamente 2.320 m³ nos 800 apartamentos do residencial.

Palavras-chave: aproveitamento de água das chuvas. dimensionamento hidráulico. sustentabilidade.

ABSTRACT

In view of the problems of the shortage of potable water for consumption and the aware use of water, it became a matter of interest.. Furthermore, with the increase of cities, the percolation of rainwater has decreased, due to the increase of impermeable areas. Thus, there is a need to develop sustainable ideas that use rainwater for non-drinking purposes. The purpose of this task is to dimension and analyze the economic viability of implementing a rainwater reuse system to supply the toiletsl of a residential building with water from rainfall. The research was developed at Residencial Nelson Trad, with 800 apartments, located in Jardim Paraíso IV at Naviraí, using the Rippl's Method. The results confirm the efficiency of the capture, reservation, supply and distribution system, which may provide savings of 16% in relation to the average monthly consumption per apartment, estimated at 2.9 m³ of potable water, resulting a economy estimated of 2,320 m³ at the 800 apartments of the condominium residential.

Keywords: Use of rainwater. Hydraulic dimensioning. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Quando se trata de recursos hídricos, o Brasil é o país mais abundante do mundo, porém existe uma grande diversidade na distribuição dessa valiosa matéria prima, onde cerca de 70% está localizado no norte do país e apenas cerca de 6% no Sudeste, região com maior densidade demográfica (TUCCI, HESPANHOL, CORDEIRO NETTO, 2001). Na atualidade tem-se enfrentado problemas com a escassez de água potável, em virtude do crescimento urbano e da população, que gera um aumento da demanda, provocando o esgotamento dos recursos naturais (BONA, 2014). Dessa maneira, verifica-se a importância de utilizar esse recurso natural quando ocorre a precipitação (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

O crescimento populacional, em consequência a construção de edificações e vias urbanas, vem elevando o volume de escoamento superficial, provocando o aumento da frequência de inundações e enchentes (MAGALHÃES, 2017). Boa parte da água chuva que antes era interceptada por obstáculos naturais, árvores e vegetações, contribui para a percolação e retenção por mais tempo do escoamento da água até as bacias hidrográficas, atualmente essa água é impedida de infiltrar devido a impermeabilização das superfícies urbanas.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2021), o reuso de água é dividido em duas categorias: potável e não potável, sendo que parte da utilização da água não exige que a mesma seja potável. A água não potável, pode ser utilizada para: recarga de aquíferos subterrâneos; construção civil e em atividades urbanas como rega de jardins, descargas sanitárias, lavagem de calçadas, carros e etc.

Como não é um hábito da sociedade aproveitar a água da chuva, acabam utilizando a própria água potável para realizar atividades que não é necessário recurso de boa qualidade, como por exemplo lavar calçadas, jardinagem e lavar carro, entre outros (DOS SANTOS ALVES et al., 2019).

Em 2020 foi sancionado o novo marco de saneamento. Na lei instaurada pelo Governo Federal, Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020, que incentiva o aproveitamento de água da chuva como uma das alternativas de redução e controle de perdas de água (BRASIL, 2020).

Para fazer o melhor aproveitamento possível da água da chuva são necessários certos cuidados básicos. A norma para aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis, NBR 15.527 (ABNT, 2019), vem para minimizar parte dessa problemática trazendo informações técnicas de como implantar o sistema de

aproveitamento de água de maneira apropriada. Além de trazer os principais requisitos sobre o local onde será mantido a água da chuva após a coleta, a cisterna. Entretanto, segundo Amorim e Pereira (2008) o dimensionamento pode ter características diferentes conforme o volume pluviométrico de cada região do país.

De certa forma, de maneira indireta, muitos cidadãos já utilizam de forma consciente as águas das máquinas de lavar roupas para lavar calçadas e outros cômodos das casas. As indústrias também contribuem na reutilização das águas, pois mostra que a empresa está comprometida com o meio ambiente, além de que o marketing ambiental é bem visto pela sociedade, pois num curto período de tempo é possível verificar o impacto de forma positiva nas finanças da empresa (CARVALHO et al, 2014).

Na Figura 1 está representado um esquema de instalação hidrossanitário de aproveitamento de água da chuva.

Figura 1 – Modelo simplificado de concepção de sistema de aproveitamento de águas pluviais.



Fonte: SANTOS (2011).

É possível verificar na Figura 1 alguns pontos e itens que são necessários para a correta disposição do sistema de utilização das águas de chuvas, como: 1- Filtro bruto: que retém as partículas maiores; 2- Reservatório; 3- Bomba; 4- Filtro fino: para reter as impurezas menores; 5- Caixa-d'água específica para armazenamento de água da chuva; 6- Caixa-d'água comum.

Nesse contexto, o trabalho trará um dimensionamento e análise de custos da implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva aplicado no local de estudo, a fim de que possa ser uma alternativa para fins que não exige a utilização de água potável .

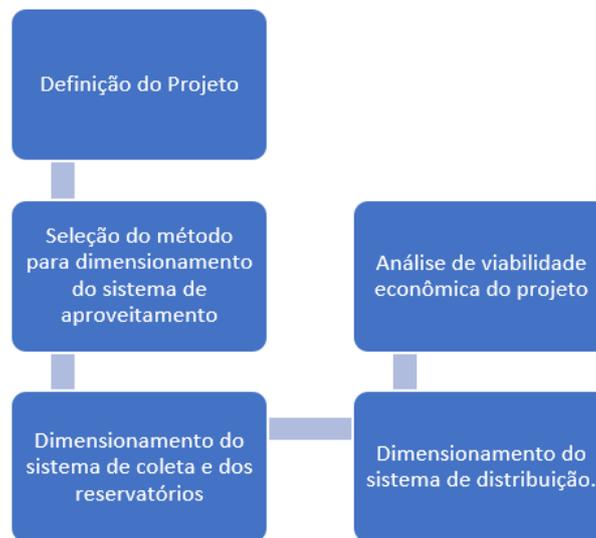
O propósito deste estudo é demonstrar a implementação do sistema de aproveitamento de águas pluviais em um residencial multifamiliar, o Condomínio Deputado Federal Nelson Trad Filho em Naviraí, utilizando a água pluvial para abastecimento das bacias sanitárias, e propor a possibilidade de aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis.

Dessa forma, entre os objetivos do estudo estão o dimensionamento do sistema hidrossanitário para implantação do sistema de aproveitamento de água não potável, e com isso analisar a estimativa de tempo de retorno do investimento do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

2 METODOLOGIA

A Figura 2 apresenta o fluxograma da metodologia utilizada neste trabalho.

Figura 2 - Fluxograma da metodologia aplicada neste trabalho.

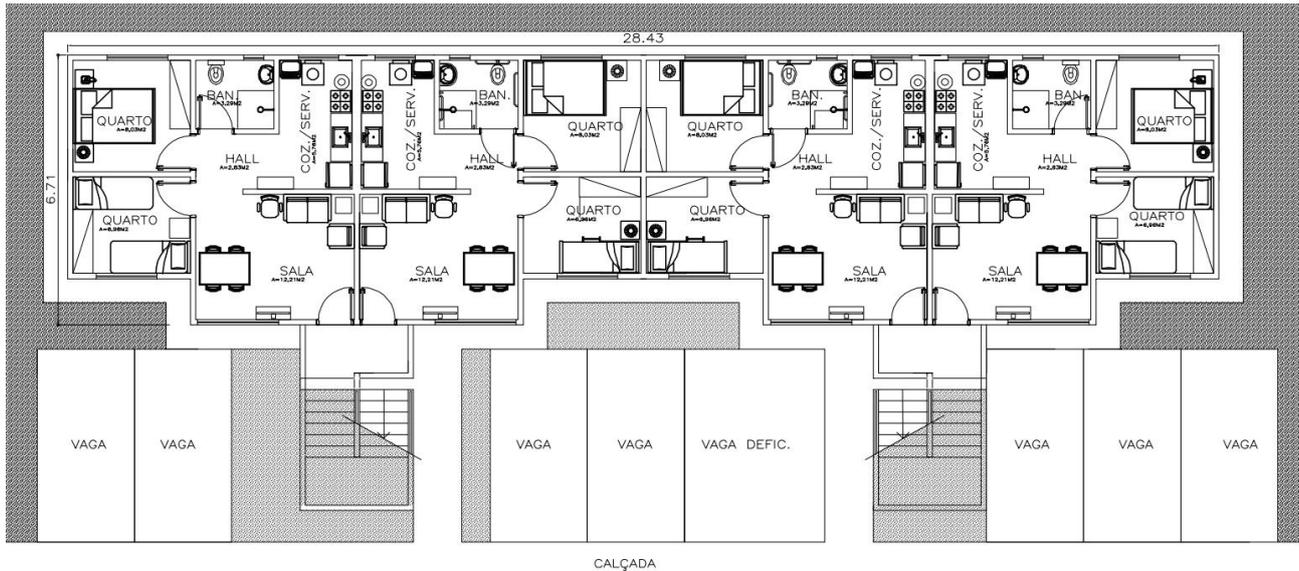


Fonte: Autor (2021).

2.1 Edificação Dimensionada

A edificação utilizada para o dimensionamento do sistema de aproveitamento de águas pluviais, está localizada no município de Naviraí, que tem uma população de 53.188 habitantes (IMPrensa, 2018). O projeto da edificação de estudo foi cedido pela Gerência de Obras de Naviraí (GEROB, 2021). Na Figura 3 é apresentada a planta baixa da edificação definida para esse estudo, a mesma está localizada no bairro Jardim Paraíso IV no Condomínio Deputado Federal Nelson Trad.

Figura 3 - Planta baixa do pavimento térreo do Condomínio Deputado Federal Nelson Trad.



Fonte: Prefeitura Municipal de Naviraí (2021)

A partir da Figura 3, foi determinado que a área construída de cada bloco é de 206,46 m², os apartamentos são de 39,08 m² com dois quartos e um banheiro, sendo 4 apartamentos por pavimento (térreo e superior). Utilizando a recomendação de Carvalho Júnior (2020) tem-se 4 pessoas por apartamento, logo para cada bloco, a demanda de água foi dimensionada para 32 pessoas.

O condomínio é composto por de 100 blocos, todos pavimentos com características padrões, dividido em 4 quadras. O bloco escolhido foi o bloco 01 da parte 1, à esquerda da Figura 4, que apresenta a imagem de satélite do condomínio.

Figura 4 - Imagem da vista de satélite de todo o condomínio.



Fonte: Google Earth (2021)

2.2 Consumo Mensal

De acordo com Carvalho Júnior (2020), em casas populares é considerado um consumo de 150 litros de água por dia por pessoa, atendendo todos os pontos de consumo. As bacias sanitárias de caixas acopladas são limitadas a um consumo de 6 litros por acionamento. Deboita e Back (2014) e Osvaldo (ASSESSORIA DE IMPRENSA MRV, 2009) apresentaram uma média de quatro vezes ao dia por pessoa de acionamentos da descarga.

2.3 Dimensionamento do Reservatório

O dimensionamento foi realizado a partir das definições da NBR 15.527 (ABNT, 2007), que estipula os principais métodos de cálculos. Para esse estudo foi estabelecido o método de Rippl, definido pelas Equações 1, 2 e 3 a seguir:

$$S(t) = D(t) - Q(t) \text{ [m}^3\text{]} \quad (1)$$

$$Q(t) = \left(\frac{P * A * c}{1000} \right) - V_{desc} \text{ [m}^3\text{]} \quad (2)$$

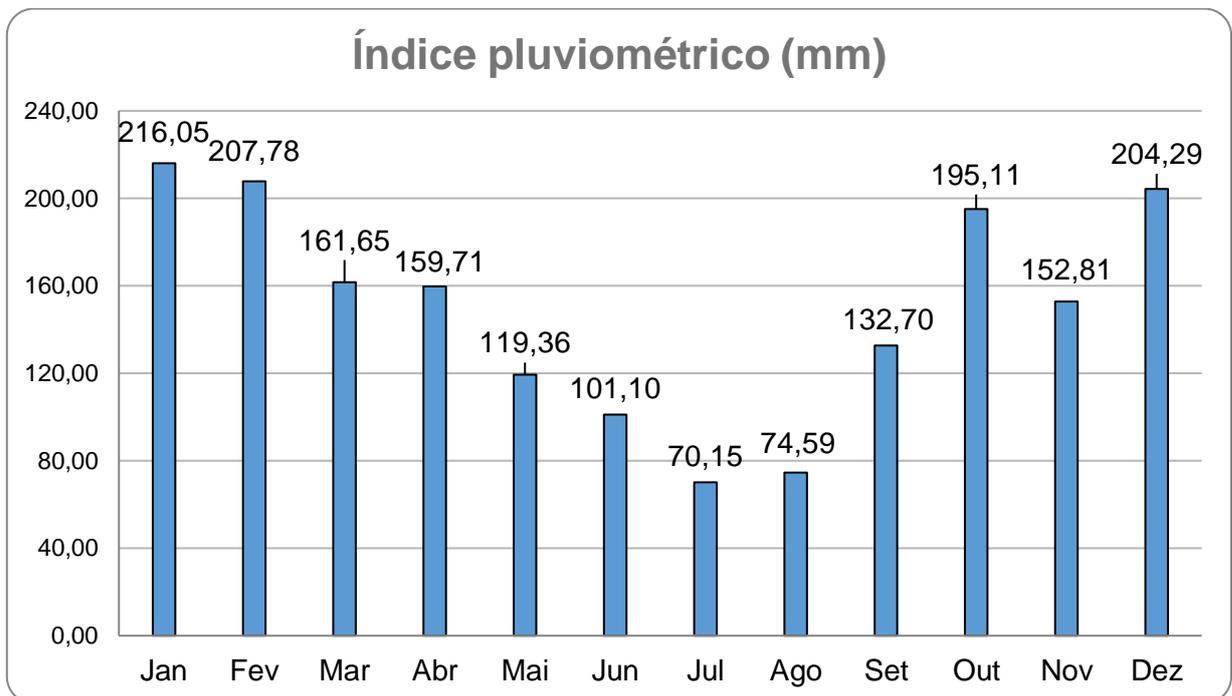
$$V = \sum S(t) \text{ somente para valores } S(t) > 0 \quad (3)$$

Onde, S é o volume de água no reservatório no tempo t, em m³; D é a demanda ou consumo no tempo t, em m³; Q é o volume de chuva aproveitável no tempo t, em m³; P é a precipitação no tempo t, em mm; A é a área de cobertura em m²; c é o coeficiente de escoamento superficial – *Runoff* é adimensional; V_{desc} é o volume de descarte, em m³; V é o volume final do reservatório em m³.

O coeficiente de *Runoff* (c) utilizado foi de 0,90, de acordo com o intervalo especificado por Tomaz (2007), na tabela de Coeficiente de *Runoff*, onde é recomendado para telhas cerâmicas (0,8 e 0,9).

Os dados de valor da precipitação mensal (P) e do número de dias chuvosos no mês, para o cálculo do volume efetivo de chuva, foram obtidos a partir da média mensal entre os anos de 2006 e 2020, dos dados pluviométricos da cidade de Naviraí, cedidos pela Cooperativa Agrícola Sul Matogrossense (COPASUL, 2021). Calculou-se que a média anual de chuva é de 149,95 mm. A Figura 5 apresenta o pluviograma da cidade de Naviraí.

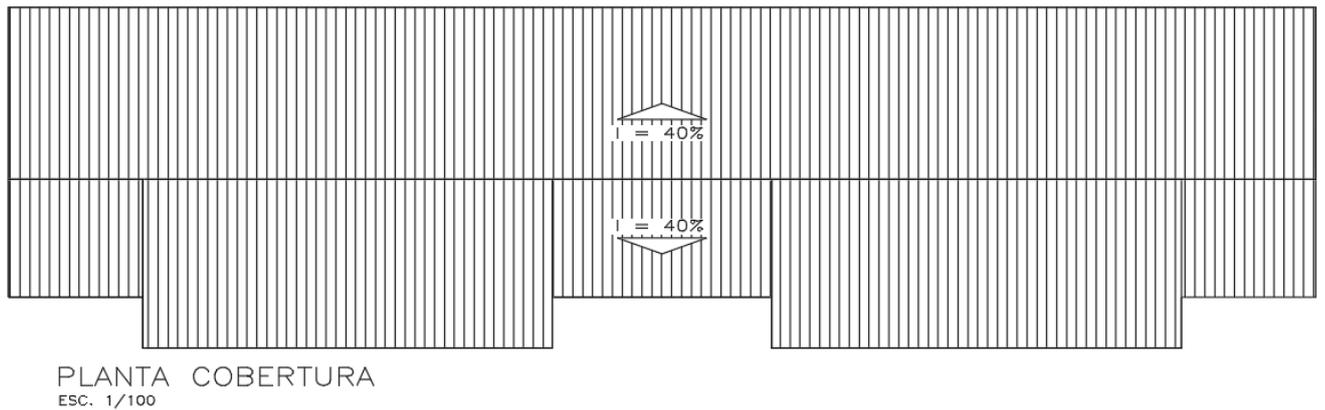
Figura 5 - Pluviograma da cidade de Naviraí dos dados do período de 15 anos (2006 a 2020).



Fonte: COPASUL (2021).

De acordo com o projeto existente, a área de cobertura foi obtida a partir da análise da planta de cobertura (217,07 m²) conforme a planta de cobertura cedida pela Gerência de Obras da Prefeitura Municipal de Naviraí apresentada na Figura 6 abaixo.

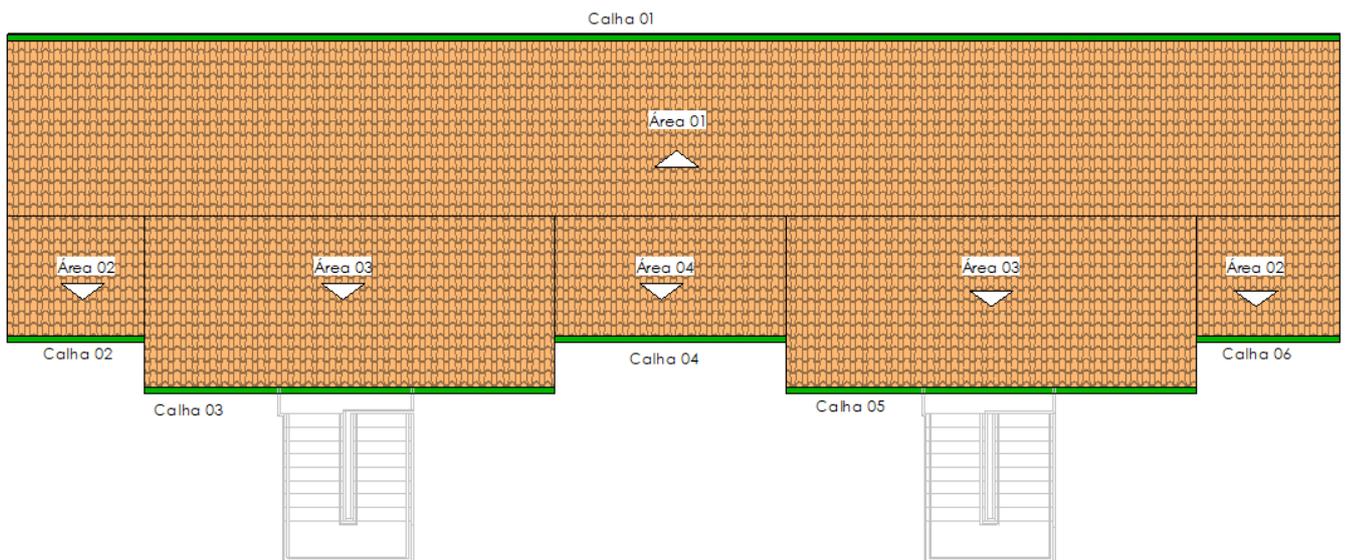
Figura 6 – Planta de cobertura do bloco residencial.



Fonte: Prefeitura Municipal de Naviraí (2021).

A Figura 7 apresenta a planta de cobertura, dividida em áreas de contribuição para as calhas. Tal divisão é necessária para a concepção do sistema.

Figura 7 – Áreas de contribuição da cobertura para as calhas do bloco residencial.



Fonte: Autor (2021)

O Quadro 1 apresenta cada uma das áreas do telhado que contribuem para a captação.

Quadro 1 – Área de contribuição da cobertura.

Área 01 (m ²)	Área 02 (m ²)	Área 03 (m ²)	Área 04 (m ²)
116,12	8,18	35,64	13,31

Fonte: Autor, (2021)

2.4 Dimensionamento das Tubulações de Captação de Águas Pluviais

O sistema foi dividido em duas partes, uma de captação e reservação, e outra de abastecimento e distribuição.

Para o aproveitamento de água pluviais, é necessário a utilização de peças e equipamentos como: tubos de PVC (Policloreto de vinila), calhas, bomba centrífuga, um filtro com tela para impedir que insetos, folhas e galhos entrem nos reservatórios.

A Norma 10.844 (ABNT, 1989) apresenta um método para o cálculo da área da cobertura para dimensionar o sistema de captação, composto pelo reservatório inferior e superior, conforme a Equação 4.

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right) \cdot b \quad (\text{m}^2) \quad (4)$$

Onde A é a área da cobertura em m², h é a altura do telhado em m, b é o comprimento longitudinal do telhado em m e a é a largura transversal do telhado em m.

Conforme especificado na NBR 10.844 (ABNT, 1989) recomenda-se um diâmetro mínimo de 70 mm nos condutores verticais (ligados às calhas com arestas vivas). De acordo com a planta do projeto, esses tubos têm uma altura de cerca de 6,5 m.

Os condutores horizontais, que fazem a ligação até o reservatório inferior, são enterrados próximo da edificação. Esses condutores são dimensionados seguindo a Tabela 4 da NBR 10.844 (ABNT, 1989), optando por uma inclinação de 1% para o escoamento, sendo n= 0,011 a rugosidade de materiais metálicos e plásticos. Foi adotado calhas com uma inclinação de 1% e a cobertura com um telhado de telha cerâmica com 40% de inclinação.

O dimensionamento das calhas, conforme a NBR 10.844 (ABNT, 1989), foi determinado por meio do ajuste das dimensões das calhas até atender a vazão de projeto. Para isso foi utilizado a fórmula de Manning-Strickler (Equação 5) para determinar a capacidade da calha.

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (5)$$

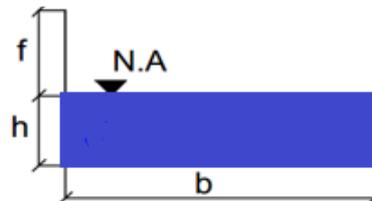
Sendo Q a vazão de projeto em L.min⁻¹, S a área da seção molhada em m², n o coeficiente de rugosidade, R_H o raio hidráulico em m, i a declividade da calha em m.m⁻¹, K é igual a 60.000. Para dimensionar a vazão do projeto, foi utilizado a Equação 6, de acordo com as orientações da NBR 10.844 (ABNT, 1989).

$$Q = \frac{I.A}{60} \quad (6)$$

Onde Q é a vazão de projeto em L.min⁻¹, I é a intensidade pluviométrica em mm.h⁻¹ e A é a área de contribuição em m². Para realizar os cálculos foi utilizado a intensidade pluviométrica máxima do pluviograma apresentado na Figura 5.

A Figura 8, apresenta o formato da calha dimensionada.

Figura 8 – Imagem da calha de captação.

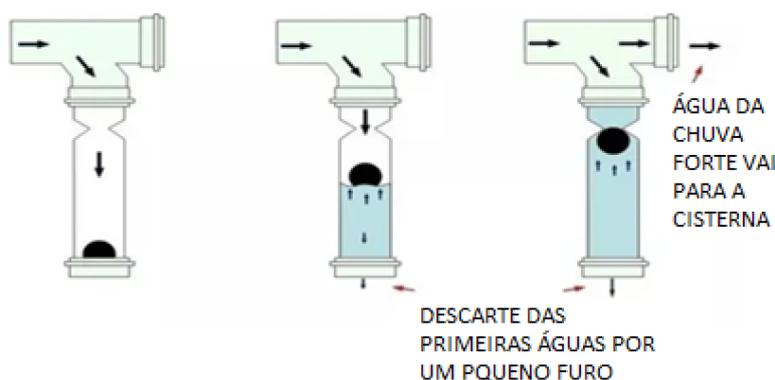


Fonte: Autor, (2021)

Foram estimados os valores de h (altura da lâmina de água) e b (base da calha) até atender a vazão do projeto. O N.A é o nível da lâmina de água e f é o bordo livre. O bordo livre é um prolongamento da calha como segurança, para evitar um possível transbordamento.

De acordo com NBR 15.527 (ABNT, 2019) os primeiros 2 mm de precipitações iniciais devem ser descartados pois apresentam impurezas tanto da atmosfera como do telhado e tubulações. A Figura 9 apresenta um sistema de descarte dos primeiros 2 mm de chuva.

Figura 9 – Sistema de descarte da primeira chuva.



Fonte: ECOSUSTENTÁVEL (2021).

O sistema de descarte apresentado na Figura 9, contém um tubo de PVC com uma esfera de EPS (Poliestireno Expandido), que bóia até o topo do tubo, assim que o tubo é preenchido com a primeira chuva, bloqueando a passagem de água, fazendo com que a

água da chuva siga em direção ao reservatório. No fundo do tubo existe um furo onde uma pequena quantidade de água escoar até esvaziar o recipiente. A cada chuva é importante fazer uma limpeza removendo a tampa do fundo.

Um filtro utilizado para separação das impurezas e sólidos presentes na água da chuva captada dos telhados, é instalado antes de chegar no reservatório inferior.

2.5 Dimensionamento do Abastecimento e Distribuição das Águas Pluviais

Nos reservatórios e na caixa d'água foi realizada a instalação de tubulação destinada à limpeza e/ou manutenção. O dimensionamento da tubulação está ligado ao tempo de esvaziamento, que conforme recomendado pela Norma 5.626 (ABNT, 2020) é de duas horas. De acordo com Carvalho Júnior (2020) para evitar que o lodo acumulado no fundo do reservatório possa impedir a saída da água, esse diâmetro deve ter no mínimo 32 mm. Para determinar o diâmetro ideal, foi utilizado a Equação 7.

$$S = \frac{A}{4850 \cdot t} \cdot \sqrt{h} \quad (7)$$

Onde, S é a área de secção transversal da tubulação de limpeza em m², A é a área do reservatório em m², t é o tempo de esvaziamento do reservatório em h, e h é a altura da lâmina d'água no reservatório em m.

O sistema de abastecimento até as bacias sanitárias de caixa acoplada inclui tubulações de PVC, bomba de recalque e um registro do tipo gaveta em cada um dos apartamentos para a manutenção.

O dimensionamento da bomba foi realizado seguindo as recomendações de dimensionamento do fornecedor, sendo este a Shneider Motobombas (SHNEIDER MOTOBOMBAS, 2021). A Equação 8 retirada da tabela de seleção de bombas e motobombas, permite calcular os dados necessários para o dimensionamento da bomba.

$$AMT = (AS + AR + PC_{tubos}) + 5\% \quad (8)$$

Sendo, AMT a altura manométrica total em m.c.a, AS a altura de sucção em m, AR a altura de recalque em m, PC_{tubos} é a perda de carga da tubulação em m.c.a, e o acréscimo de 5% é devido às perdas de carga nas conexões.

A determinação da perda de carga é feita pela Equação 9.

$$PC_{tubos} = CT \cdot F_{pc}(\%) \quad (9)$$

Em que, CT é o comprimento da tubulação em m, F_{pc} é o fator de perda de carga em porcentagem, esse fator é encontrado de acordo com a vazão solicitada na tabela de perda de carga em tubulações de PVC recomendado pelo fabricante (SHNEIDER MOTOBOMBAS, 2021). Dessa forma, com a vazão de consumo e a altura manométrica total, a motobomba adequada é selecionada.

O dimensionamento das tubulações de recalque é determinado por meio da Equação 10, de Forchheimer (PORTO, 2006).

$$D = 1,3 \cdot \sqrt{Q} \cdot \sqrt[4]{X} \quad (10)$$

Onde, D é o diâmetro em m, Q a vazão em m³.s⁻¹, e o X são as horas de funcionamento da bomba dividido por 24 horas. Para recalcar o consumo diário necessário, é necessário acionar a bomba por 5 horas de funcionamento (CREDER, 2006).

O dimensionamento das tubulações de barrilete, ramal e sub-ramal foram determinados pelo método de consumo máximo possível, que é determinado pela soma dos pesos dos aparelhos sanitários de forma simultânea, por ter uma somatória na quantidade dos pesos menor que 100, foi utilizado o ábaco de luneta.

A velocidade no interior das tubulações não deve ser superior a 3 m.s⁻¹ recomendado pela Carvalho Júnior (2020) e é calculada conforme a Equação 11.

$$v = 4 \cdot Q \cdot \pi^{-1} \cdot d^{-2} \quad (11)$$

Sabendo que v é a velocidade em m.s⁻¹, Q é a vazão em m³.s⁻¹ e o d é o diâmetro mínimo interno da tubulação em m. A perda de carga foi calculada de acordo com a Equação 12, (PORTO, 2006).

$$J = 0,0008695 \cdot Q^{1,75} \cdot D^{-4,75} \quad (12)$$

Onde J é a perda de carga unitária m.m⁻¹, Q é vazão em m³. s⁻¹ e D é o diâmetro interno em m. A vazão é determinada pela Equação 13, NBR 5.626 (ABNT, 2020).

$$Q = K \cdot \sqrt{\sum P} \quad (13)$$

Sendo Q a vazão em m³. s⁻¹, K é o fator de vazão do aparelho sanitário em (L.s⁻¹.kPa^{-0,5}) e $\sum P$ é a soma dos pesos relativos de todas as peças utilizadas.

2.6 Análise da Viabilidade Econômica

Para a análise de viabilidade econômica foi realizado um orçamento através da planilha do Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices (SINAPI)(CAIXA, 2021), tendo como o mês de referência setembro de 2021. A mão de obra dos itens do SINAPI está incluída nos preços. Os valores dos itens que não constam no SINAPI, foram encontrados por meio de cotações de empresas que comercializam via internet no mês de setembro de 2021, e foi acrescentado 30% a mais no valor do insumo para a mão de obra.

Foi realizada uma análise do período de retorno do investimento, por meio do indicador *payback* simples, sem considerar taxas de juros no tempo. Onde é possível estimar um determinado tempo que haverá retorno do valor investido.

Aplicando a Equação 14, foi possível estimar o período de retorno do investimento feito no local.

$$\textit{Payback simples} = \frac{\textit{Investimento}}{\textit{Retorno mensal}} \quad (14)$$

Como apresentado pela estrutura tarifária dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário (SANESUL, 2019), para o município de Naviraí a tarifa para o consumo entre 16 e 20 m³ mensal é de R\$ 6,68 e R\$ 3,33 por m³ de água e esgoto respectivamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Consumo Mensal

Foi determinado o consumo de água potável utilizando bacias sanitárias de caixas acopladas de 6 litros por acionamento. Sendo que, em cada apartamento supõe-se residir 4 pessoas, com acionamento em média 4 vezes ao dia por pessoa. Por dia, cada apartamento utiliza 96 litros. Logo, o consumo médio mensal do bloco, com as bacias sanitárias (8 apartamentos) é de 23 m³ de água potável.

3.2 Dimensionamento do Reservatório

O Quadro 2 contém o dimensionamento do volume necessário para atender a demanda de cada bloco utilizando o método de Rippl. Utilizando a área do telhado que é 217,1 m² e o coeficiente de (*Runoff*) de 0,9.

Quadro 2 – Dimensionamento do volume por meio do método de Rippl.

Dados	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
P(mm)	216,5	207,8	161,7	159,7	119,4	101,1	70,2	74,6	132,7	195,1	152,8	204,3
Volume de precipitação mensal (m³)	42,3	40,6	31,6	31,2	23,3	19,8	13,7	14,6	25,9	38,1	29,9	39,9
Volume de descarte por chuva (m³)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Média de dias chuvosos por mês	12,0	11,0	9,0	7,0	7,0	6,0	5,0	5,0	6,0	9,0	9,0	11,0
Volume mensal de descarte (m³)	5,2	4,8	3,9	3,0	3,0	2,6	2,2	2,2	2,6	3,9	3,9	4,8
Volume mensal aproveitável (m³)	37,1	35,8	27,7	28,2	20,3	17,1	11,5	12,4	23,3	34,2	25,9	35,1
Demanda Mensal (m³)	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
Volume necessário no reservatório (m³)	-14,0	-12,8	-4,6	-5,1	2,8	5,9	11,5	10,6	-0,3	-11,2	-2,9	-12,1

Fonte: Autor (2021)

Como mencionado por Giacchini (2016) o volume do reservatório é obtido pela diferença acumulada dos valores positivos.

O volume de reserva suficiente para atender a demanda é de 30,8 m³. O reservatório deve atender à recomendação da NBR 5.626 (ABNT, 2020), que sugere que o reservatório inferior suporte 60% do volume de água consumido pelas bacias sanitárias e o restante no reservatório superior.

O Quadro 3 apresenta o acúmulo de água pluvial nos primeiros dois anos, após a implantação do sistema.

Quadro 3 – Determinação do volume remanescente de chuva.

Dados	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Demanda mensal (m³)	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
Volume acumulado mensal (m³)	37,1	35,8	27,7	28,2	20,9	17,2	11,5	12,4	23,3	34,2	25,9	35,1
Volume disponível de armazenamento (m³)	14,1	12,8	4,6	5,1	-2,8	-5,9	-11,5	-10,6	0,28	11,2	2,9	12,1
Volume acumulado no 1° ano (m³)	14,1	26,8	31,5	36,6	33,8	27,9	16,4	5,8	6,06	17,2	20,1	32,2
Volume acumulado no 2° ano (m³)	46,3	59,1	63,7	68,8	66,1	60,2	48,7	38,0	38,3	49,5	52,4	64,5

Fonte: Autor (2021)

De acordo com o Quadro 3, pode se dizer que o sistema de reserva irá se manter e não sofrerá com o desabastecimento a partir do segundo ano de implantação, além disso, verifica-se que a implantação do sistema de captação e distribuição do aproveitamento de água pluvial, gera uma economia de 23 m³ de água por mês, a partir do segundo ano, totalizando 276 m³ por ano. Como o consumo dos 8 apartamentos do bloco, sem o aproveitamento da água da chuva chega a 144 m³/mês, com a redução, o consumo pode chegar a 121 m³/mês. Representando assim uma economia de aproximadamente 16% no consumo de água potável.

Realizando uma comparação com o potencial de economia apresentado por Chaib et al., (2015), onde foi estudado residências de diferentes padrões, inclusive de padrão popular, utilizando para fins não potáveis como bacias sanitárias e lavagens de cômodos, com isso alcançou 12,30% de economia. Isso ratifica que os resultados obtidos estão melhores que o esperado.

3.3 Dimensionamento das Tubulações de Captação de Águas Pluviais

A calha foi determinada prismática e o Quadro 4 apresenta o seu dimensionamento.

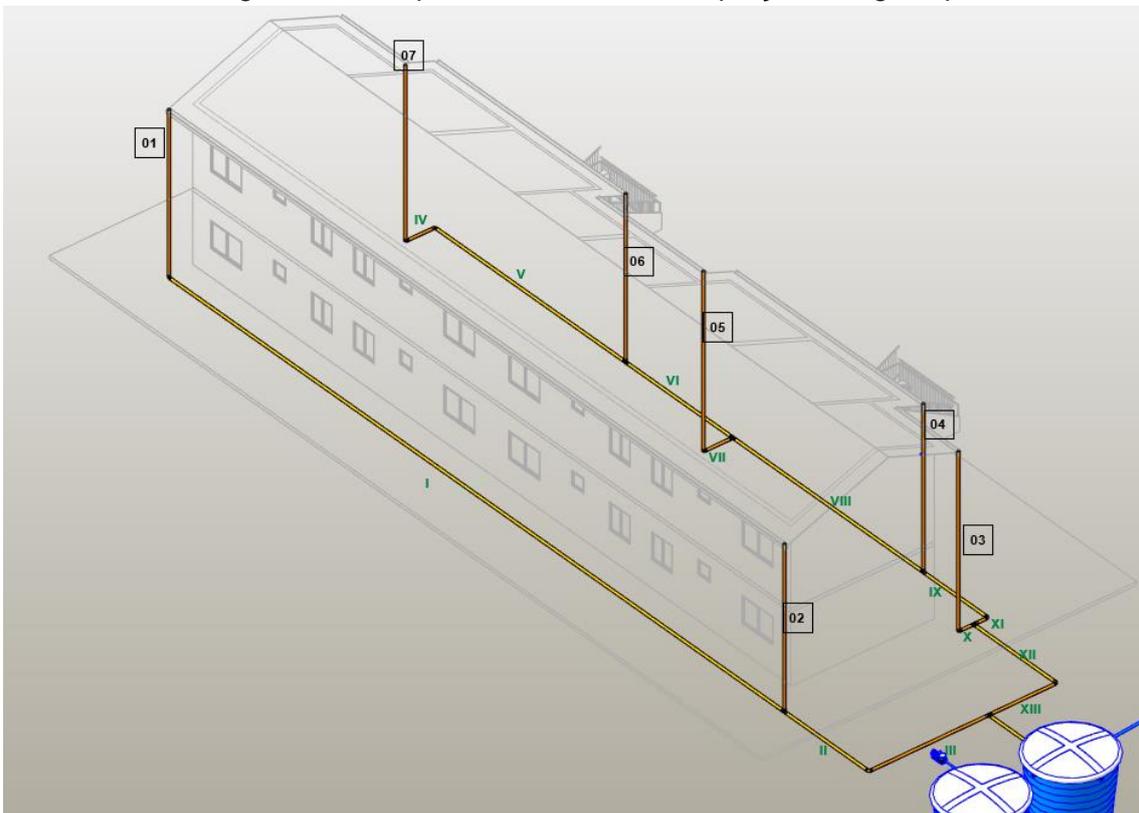
Quadro 4 – Dimensionamento das calhas prismáticas do sistema para o aproveitamento de águas pluviais.

Calhas	1			2 e 6			3 e 5			4		
Índice Pluviométrico (mm.h ⁻¹)	216,5			216,5			216,5			216,5		
Área (m ²)	116,1			8,2			35,6			13,3		
Vazão de Projeto (L.min ⁻¹)	419,0			29,5			128,6			48,1		
Dimensões (cm)	b	h	f	b	h	f	b	h	f	b	h	f
	10	10	3	10	2	3	10	7	3	10	5	3

Fonte: Autor (2021)

O maior valor histórico do índice pluviométrico apresentado na Figura 5 foi utilizado para o dimensionamento. O dimensionamento do sistema foi realizado de acordo com informações de projeto. Dessa forma foi possível desenvolver uma maquete eletrônica utilizando o software Revit Architecture. A Figura 10 apresenta o esquema isométrico do dimensionamento da captação de águas pluviais.

Figura 10 – Esquema isométrico da captação de águas pluviais.



Fonte: Autor (2021)

Os diâmetros das tubulações verticais foram adotados com valores de 75mm, seguindo as recomendações da Norma 10.844 (ABNT, 1989).

No Quadro 5 são apresentados os condutores horizontais, utilizados para conduzir a água fluvial até aos reservatórios inferiores.

Quadro 5 – Dimensões adotadas para os condutores horizontais.

Condutores Horizontais	Comprimento (m)	Vazão (L. min⁻¹)	Diâmetro adotado (mm)
I	29,5	209,5	100
II	3,9	419,0	150
III	4,6	419,0	150
IV	1,1	29,5	75
V	9,1	29,5	75
VI	5,1	158,1	100
VII	1,1	48,0	75
VIII	9,0	206,2	100
IX	3,0	235,7	100
X	0,5	8,2	75
XI	0,4	235,7	100
XII	3,9	243,9	100
XIII	2,6	243,9	100

Fonte: Autor (2021)

O filtro adotado para o sistema é o Filtro Ciclo 250, que atende áreas de captação de até 350 m², que impede também a disseminação de vetores e é autolimpante, diminuindo assim a necessidade de manutenção constante (ECOSUSTENTÁVEL, 2021).

3.4 Dimensionamento do Abastecimento e Distribuição das Águas Pluviais

O Quadro 6 apresenta o dimensionamento das tubulações de recalque e sucção. O diâmetro da tubulação de sucção foi adotado como um diâmetro comercial a mais do que o da tubulação de recalque (PORTO, 2006).

Quadro 6 – Dimensionamento da tubulação de sucção e recalque.

Tubulação de Recalque	
Funcionamento da bomba (h)	5
Consumo diário (m ³)	1,44
Vazão da bomba de recalque (m ³ . s ⁻¹)	0,00008
Diâmetro calculado (mm)	8
Diâmetro comercial adotado	25
Tubulação de Sucção	
Diâmetro comercial adotado (mm)	32

Fonte: Autor (2021)

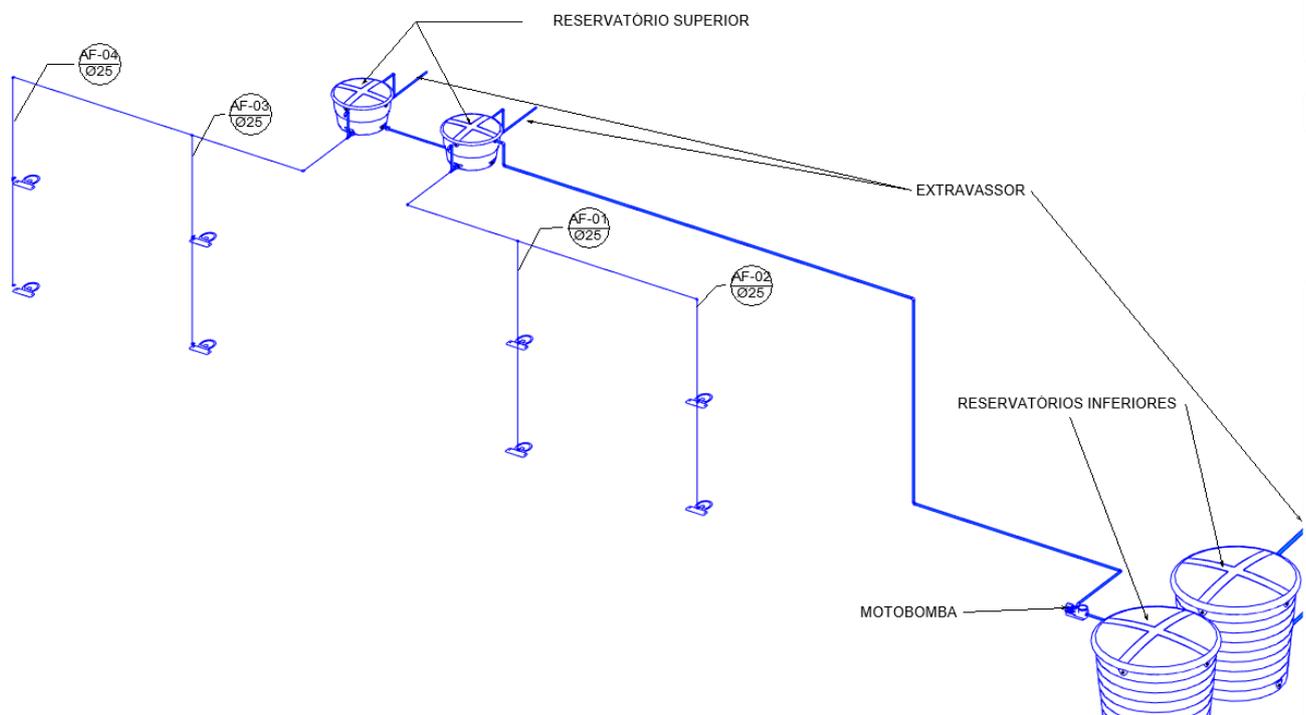
O modelo da motobomba centrífuga, monoestágio BC-98, com potência de 1/3 cv e uma pressão máxima de 18 m.c.a (SCHNEIDER MOTOBOMBAS, 2021).

Em cada uma das caixas d'água e dos reservatórios, foram previstos extravasores, impedindo assim o transbordamento. É recomendado que seja instalado um diâmetro superior da tubulação de alimentação (SILVA, 2019 *apud* MACINTYRE 1996). Dessa forma,

nas caixas d'água foram adotados uma tubulação para o extravassor de diâmetro de 32 mm e para os reservatórios inferiores foram adotados o diâmetro de 40 mm.

Foram dimensionadas duas caixas d'água superiores, de capacidade de 1.000 litros cada uma, e dois reservatórios inferiores de 15.000 litros cada, a fim de atender a margem de segurança de até dois dias sem abastecimento, conforme orientações da Norma 5.626 (ABNT, 2020). Tanto as caixas d'água quanto os reservatórios são interligados um ao outro por uma tubulação única por meio do sistema de vasos comunicantes, próxima da base, utilizando o sistema de vasos comunicantes entre os reservatórios. Na Figura 11 é apresentado o sistema de distribuição isométrico.

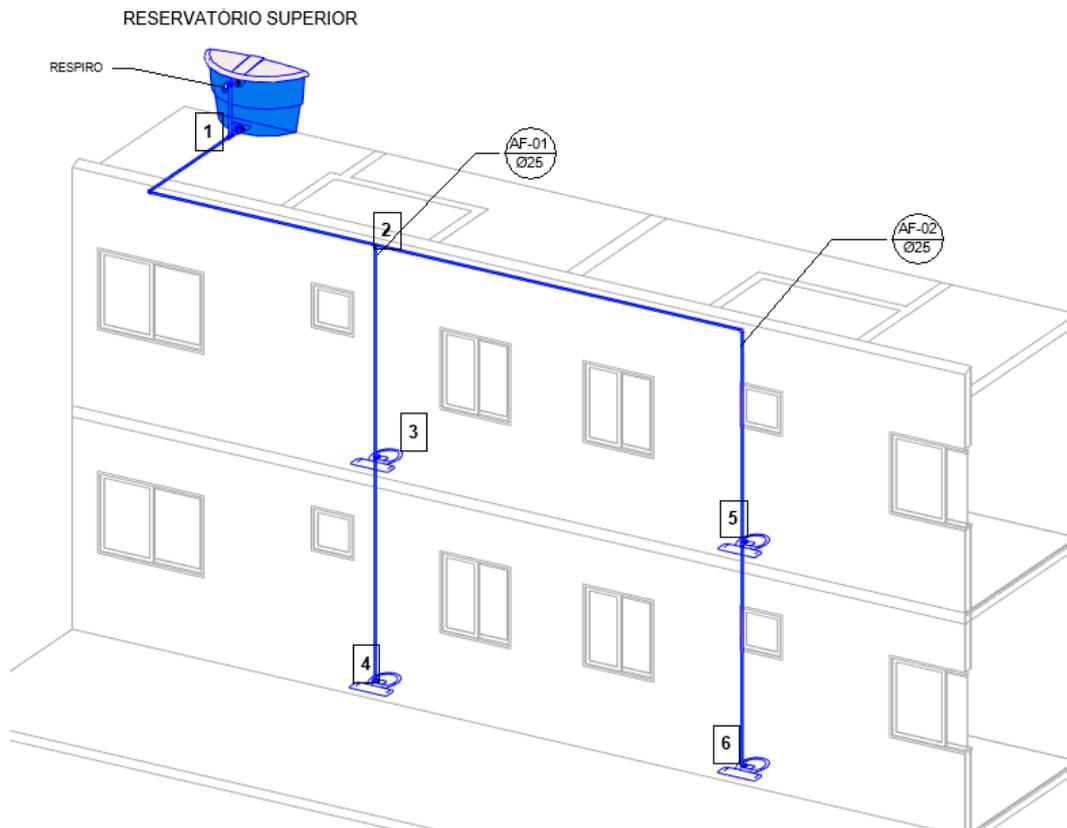
Figura 11 – Esquema isométrico do abastecimento.



Fonte: Autor (2021)

A Figura 12 indica os trechos para o abastecimento das bacias sanitárias de caixa acoplada.

Figura 12 – Esquema isométrico do lado direito da edificação.



Fonte: Autor (2021)

Nas caixas d’águas do lado direito foi utilizado um sensor de nível, que aciona a bomba quando o nível da caixa d’água está baixo, e a desliga se o nível atinge o máximo. O Quadro 7 apresenta os diâmetros adotados para os ramais e sub-ramais.

Quadro 7 – Dimensionamento de ramais e sub-ramais.

Trechos	Pesos	Vazão $L.l. s^{-1}$	Comprimento total (m)	Diâmetro (mm)
1 – 2	1,2	0,3	6,6	25
2 – 3	0,6	0,2	3,8	25
2 - 5	0,6	0,2	9,5	25
3 – 4	0,3	0,2	3,9	25
5 – 6	0,3	0,2	3,9	25

Fonte: Autor (2021)

O diâmetro das tubulações dos barriletes é de 25 mm, utilizando uma vazão de $0,52 L.s^{-1}$ e peso 3. Tanto o barrilete 1 quanto o 2, atendem as mesmas peças sanitárias fazendo o mesmo trajeto. Dessa forma, foi realizado um dimensionamento, tendo uma vazão de $0,52 L. s^{-1}$ e 3 de peso (somando todas as peças, cada barrilete).

Após o dimensionamento dos diâmetros dos ramais, sub-ramais e dos barriletes, optou-se por utilizar o mesmo diâmetro, de 25 mm, segundo Carvalho Júnior (2020) a

diversidade de diâmetros pode ser antieconômica, além de gerar um número maior de sobras e reduções.

O dimensionamento dos diâmetros da tubulação de limpeza para cada um dos reservatórios (tanto superiores como inferiores) é apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 – Dimensionamento dos diâmetros das tubulações de limpeza dos reservatórios.

Reservatórios	Diâmetro (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Lâm.água (m)	t (h)	S (m ²)	Diâmetro Calculado (mm)	Diâmetro Adotado (mm)
Superior	1,4	0,8	1,5	0,7	2,0	125,3	25,3	32
Inferior	3,2	2,2	8,0	1,8	2,0	1112,4	75,3	85

Fonte: Autor (2021)

3.5 Análise de Viabilidade Econômica

Conforme apresentado pela estrutura tarifária dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário (SANESUL, 2019), de acordo com a faixa de consumo (18 m³) o usuário pagará no final de um mês aproximadamente R\$ 180,18 por apartamento.

Com o sistema de aproveitamento de água da chuva, o valor estimado que o usuário pagaria é de R\$ 133,33, pois o consumo por apartamento passa a ser de 15,1 m³ mensalmente, e conforme a estrutura tarifária dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário (SANESUL, 2019), para o município de Naviraí a tarifa para o consumo entre 10 e 15 m³ mensal é de R\$ 5,90 e R\$ 2,93 por m³ de água e esgoto respectivamente. A redução no valor foi maior pelo fato de ter ocorrido uma mudança de faixa de consumo, visto que irá consumir menos. Considerando o bloco todo, o valor do consumo passa de R\$ 1.441,44, para um valor estimado de R\$ 1.066,64. Sendo um valor economizado por bloco de R\$ 374,80 mensais.

O Quadro 9 apresenta o investimento necessário para a implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva. Conforme o SINAPI (CAIXA, 2021) do mês de setembro de 2021, já considerando os 30% nos insumos. No Anexo A, é apresentada a tabela da SINAPI com mais informações sobre os materiais e serviços.

Quadro 9 – Valor do investimento a ser feito para a implantação do sistema.

Materiais e serviços	Investimento
Sistema de captação (calhas e tubos de PVC)	R\$ 14.465,53
Filtro Ciclo 250	R\$ 1.123,85
2 Tanques de água 15.000L Fortlev	R\$ 25.974,00
Sistema de abastecimento (tubos de PVC e conexões)	R\$ 1.848,99
Kit com 2 sensores de nível de água	R\$ 90,87
2 Caixas d'água fechada com tampa rosca 1.000L Tigre	R\$ 1.833,25
2 Bombas Centrífuga 0,5 CV (1/2) Monofásica BC-98 SCHNEIDER	R\$ 1.483,19
Total	R\$ 46.819,68

Fonte: Autor (2021)

Dessa forma, utilizando a Equação 14, verificou-se que o tempo de retorno do investimento é de 124,9 meses. Entretanto, deve ser feita uma ressalva com relação à viabilidade, com relação a gastos como manutenção do sistema e energia da bomba que foram desprezados durante o cálculo de viabilidade.

4 CONCLUSÃO

O estudo buscou apresentar uma alternativa para o consumo de água para fins não potáveis, através do sistema de aproveitamento de água de chuva.

O dimensionamento do sistema de captação de água, atendeu as condições recomendadas pelas NBR 5.626 (ABNT, 2020), NBR 10.844 (ABNT, 1989), NBR 15.527 (ABNT, 2019). Chegando-se a valores aceitáveis para o dimensionamento.

Para a implementação do sistema foram necessários um investimento de R\$ 46.819,68. Logo, os resultados obtidos mostram que o período de retorno do investimento é de 10 anos, 4 meses e 27 dias. Levando em consideração apenas o aspecto econômico, o sistema acaba não se tornando viável pelo tempo que irá levar para se pagar o investimento, entretanto o sistema tem um papel fundamental na retenção da água da chuva, possibilitando um menor escoamento superficial, além de ser ambientalmente correto.

Com o aproveitamento da água da chuva captada, obteve uma economia de 16% no consumo, de 23,0 m³ de água potável por mês, reduzindo o consumo do bloco de 144,0 m³/mês para 121,0 m³/mês, totalizando uma economia financeira de R\$ 274,18.

5 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se, para futuros trabalhos, um estudo de viabilidade econômica levando em consideração o gasto com manutenção do sistema e energia elétrica da motobomba, para obter-se um custo e o período de retorno mais preciso.

Um outro ponto a ser levado em consideração, é a utilização de outros pontos de aproveitamento de água além da bacia sanitária, como exemplo torneiras para lavagem de carro, lavagem das calçadas, rega de jardins e também o reaproveitamento de água cinzas de máquinas de lavar roupas e lavatórios.

Como foi possível observar, o maior custo de investimento se dá devido a implantação do sistema de reservação inferior, sabendo disso, é possível fazer um estudo com dois ou mais blocos, e fazendo o redimensionamento dos reservatórios. Com esses pontos será possível obter uma economia maior no consumo de água potável.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida que tem me concedido, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos meus pais e minha noiva, que me incentivaram e não permitiram que eu desistisse, e pela compreensão das ausências.

A minha orientadora Liliane Rodrigues Congro da Rocha, pelo suporte, mesmo com tantos afazeres pessoais e profissionais, não mediu esforços e sempre esteve disposta em ajudar. E pelas suas correções e incentivos durante esse período.

Aos amigos, os quais tiveram um papel fundamental na minha formação.

Por fim, a esta Universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a porta do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, S. V. de; PEREIRA, D. J. de A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 53–66, 11 ago. 2008.

ASSESSORIA DE IMPRENSA MRV. **Descarga econômica consome 20 litros de água a menos que a convencional.** 2 out. 2009. Disponível em: <https://www.mrv.com.br/sustentabilidade/pt/materias-e-dicas/agua/descarga-economica-consome-20-litros-de-agua-a-menos-que-a-convencional>. Acesso em: 29 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527:2019 – Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.626:2020 - Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.844:1998 – Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

BRASIL. **Lei nº 14.026**, de 15 de julho de 2020. Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm. Acesso em: 20 out. 2021.

BONA, B.O. **Aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em edificação multifamiliar na cidade de Carazinho-RS.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Faculdade de Filosofia, Curso de Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos, Universidade Federal de Santa Maria. Panambi-RS, p. 34. 2014.

CARVALHO, Nathalia Leal *et al.* Reutilização de águas residuárias. **Revista Monografias Ambientais - REMOA**, [S. l.], v. 14, p. 8, 19 fev. 2014.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias: princípios básicos para elaboração de projetos.** Editora Blucher, 2020.

CAIXA – **Índices da Construção Civil.** Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>. Acesso em 31 out.2021.

CETESB. **Reuso de água | Águas Interiores.** 2021. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>. Acesso em: 17 maio 2021.

CHAIB, E. et al. Avaliação do potencial de redução do consumo de água potável por meio da implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações unifamiliares. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 605–614, 2015.

CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**, 6ª edição. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.

DA COSTA PACHECO, Paulo R. et al. **A view of the legislative scenario for rainwater harvesting in Brazil.** *Journal of cleaner production*, v. 141, p. 290-294, 2017.

DEBOITA, M.; BACK, N. **CONSUMO DE ÁGUA EM BACIAS SANITÁRIAS COM A UTILIZAÇÃO DE DESCARGA DE DUPLO ACIONAMENTO: ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA.** [S. l.], p. 15, 2014.

DOS SANTOS ALVES, Joice et al. **ÁGUA SUJA TAMBÉM LAVA: UMA ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA SOB A PERSPECTIVA DE MARKETING SOCIAL.** Revista Gestão e Desenvolvimento, v. 16, n. 3, p. 58-82, 2019.

ECOSUSTENTÁVEL. Filtro Ciclo 250 | EcoSustentável - **Equipamentos e Soluções Ambientais.** 2021. Disponível em: <http://www.ecosustentavel.eng.br/>. Acesso em: 1 nov. 2021.

GIACCHINI, M. **O MÉTODO DE RIPPL PARA DIMENSIONAMENTO DE RESERVATÓRIOS DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA.** [S. l.: s. n.], 1 jul. 2016. Acesso em: 18 out. 2021.

Google Earth, 2021. Disponível em: <https://earth.google.com/web/@-23.04670965,-54.21686138,347.64195306a,1070.75196736d,35y,-23.66849785h,34.48367449t,0r>.

IMPrensa, A. de. Portal Prefeitura de Naviraí: serviços, notícias e informações para o cidadão de Naviraí. 28 maio 2018. **Portal Prefeitura de Naviraí: serviços, notícias e informações para o cidadão de Naviraí.** Disponível em: <https://navirai.ms.gov.br/conheca/>. Acesso em: 27 set. 2021.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão do; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

MAGALHÃES, M. D. V. de. **Infraestrutura verde urbana como solução para áreas vitimadas por alagamentos.** 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2017. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/419>. Acesso em: 21 jul. 2020.

PORTO, R. de M. **Hidráulica Básica.** 4ª edição. São Carlos, SP: [s. n.], 2006.

SANESUL. Disponível em: <https://www.sanesul.ms.gov.br/evolucao-tarifaria>. Acesso em: 29 out. 2021.

SANTOS, T. A. P. **Caiu do céu: Aproveitamento da água da chuva.** 4 jul. 2011. Saúde, Segurança do Trabalho & Meio Ambiente. Disponível em: <https://maesso.wordpress.com/2011/07/04/caiu-do-ceu-aproveitamento-da-agua-da-chuva/>. Acesso em: 10 set. 2021.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. Sempre Sustentável. 2014. **MANUAL DE CONSTRUÇÃO DO SEPARADOR “PADRÃO” SIMPLES DE ÁGUA DE CHUVA.** Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/separador-de-agua-de-chuva2.htm>. Acesso em: 10 set. 2021.

SHNEIDER MOTOBOMBAS. **Tabela de Seleção de Bombas e Motobombas.** [S. l.], 2021. Disponível em: https://schneidermotobombas.blob.core.windows.net/media/302666/schneider_tabela_selecao_2021-10_web.pdf. Acesso em: 20 out. 2021.

SILVA, Raphael Alvim da et al. **Dimensionamento das instalações hidráulicas de água fria e esgoto de uma edificação.** 2019.

TOMAZ, P. **Aproveitamento da água da chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis**. Belo Horizonte/MG, 2007.

TUCCI, Carlos EM; HESPANHOL, Ivanildo; CORDEIRO NETTO, Oscar de M. **Gestão da água no Brasil**. 2001.

ANEXO A

Item	Fonte	Código	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário (sem BDI) (R\$)	Preço Total (R\$)
0							39.779,90
1.			Sistema de captação de água da chuva				39.779,90
1.1.			Captação				35.310,03
1.1.1.	SINAPI	94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M	59,43	107,93	6.414,28
1.1.2.	Cotação	001	Tanque de água 15.000L Fortlev	UN	2,00	9.990,00	19.980,00
1.1.3.	Cotação	002	Filtro Ciclo 250	UN	1,00	864,50	864,50
1.1.4.	SINAPI	101207	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, EM OBRAS DE EDIFICAÇÃO INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE, EM SOLO DE 1ª CATEGORIA COM ESCAVADEIRA HIDRÁULICA (CAÇAMBA: 0,8 M³ / 111 HP), FROTA DE 2 CAMINHÕES BASCULANTES DE 18 M³, DMT ATÉ 1 KM E VELOCIDADE MÉDIA 14 KM/H. AF_05/2020	M3	35,38	8,45	298,96
1.1.5.	SINAPI	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	M3	3,96	67,80	268,49
1.1.6.	SINAPI	89512	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	M	58,80	77,46	4.554,65
1.1.7.	SINAPI	89511	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_12/2014	M	12,87	47,59	612,48
1.1.8.	SINAPI	89580	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014	M	8,50	115,31	980,14
1.1.9.	SINAPI	89701	TÊ, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 X 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014	UN	1,00	221,37	221,37

1.1.10.	SINAPI	89692	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014	UN	4,00	91,54	366,16
1.1.11.	SINAPI	89590	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014	UN	2,00	169,48	338,96
1.1.12.	SINAPI	89681	REDUÇÃO EXCÊNTRICA, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 150 X 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014	UN	2,00	92,38	184,76
1.1.13.	SINAPI-I	7105	TE DE INSPECAO, PVC, 100 X 75 MM, SÉRIE NORMAL PARA ESGOTO PREDIAL	UN	4,00	56,32	225,28
1.2.			Abastecimento				4.469,87
1.2.1.	SINAPI	102593	FURO EM CAIXA D'ÁGUA COM ESPESSURA DE 2 ATÉ 5 MM E DIÂMETRO DE 32 MM. AF_06/2021	UN	8,00	3,57	28,56
1.2.2.	Cotação	003	Kit Com 2 Sensores De Nível Água, Óleo La16 M-40 Orig Eicos	UN	1,00	69,90	69,90
1.2.3.	Cotação	004	Caixa D'água Fechada Tampa Rosca 1.000L Tigre	UN	2,00	705,03	1.410,06
1.2.4.	SINAPI-I	6019	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 1 " (REF 1509)	UN	3,00	37,29	111,87
1.2.5.	SINAPI-I	6013	REGISTRO GAVETA COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS, SIMPLES, BITOLA 1 " (REF 1509)	UN	8,00	70,56	564,48
1.2.6.	Cotação	005	Bomba Centrífuga 0,5 CV (1/2) Monofásica BC-98 SCHNEIDER	UN	2,00	570,46	1.140,92
1.2.7.	SINAPI	89440	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	8,00	7,96	63,68
1.2.8.	SINAPI	89410	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	10,00	9,04	90,40
1.2.9.	SINAPI	89356	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	M	50,00	19,80	990,00