SISPRED 2023
XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
BOAS PRÁTICAS, INOVAÇÃO, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE
19 E 20 DE OUTUBRO DE 2023 - JOINVILLE - SC

NOTA TÉCNICA

AVALIAÇÃO DA INEXISTÊNCIA DE SISTEMA PREDIAL DE ÁGUAS PLUVIAIS EM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL DA CIDADE DE SÃO JOSÉ DE RIBAMAR – MA: ESTUDO DE CASO PARA VIABILIDADE ECONÔMICA

Evaluation of the absence of a stormwater drainage system in a residential condominium in the city of São José de Ribamar - MA: a case study for economic viability

Janiel Garcia Corrêa [1]; Thalisson Mendes Ribeiro [2]; Solange Boni [3]

Recebido em 10 de junho de 2023, aprovado em 26 de julho de 2023, publicado em 19 de outubro de 2023

RESUMO: A falta do sistema predial de águas pluviais pode acarretar diversos problemas na região as quais estas edificações estão inseridas, desde alagamentos até danos estruturais. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a falta de sistema predial de águas pluviais em um condomínio residencial localizado na cidade de São José de Ribamar- MA, denominado Village dos Pássaros V. Para o desenvolvimento do trabalho utilizou-se como metodologia dados fornecidos, das unidades habitacionais, bem como, do condomínio em estudo, os quais foram fornecidos pela empresa construtora e através de levantamento de campo, onde foram realizadas de visitas técnicas no local, de forma a identificar a implantação das residências unifamiliares e constando-se a inexistência do Sistema predial de águas pluviais. Para facilitar a composição dos custos do referido sistema, realizou-se o dimensionamento dos parâmetros hidráulicos e dos componentes do sistema, em conformidade com a NBR10844 (ABNT,1989), para implantação do Sistema Predial de Águas pluviais, bem como, analisou-se os custos deste sistema com os custos totais de implantação do condomínio a fim de verificar impacto nos custos globais para a construtora.

ABSTRACT: The lack of a stormwater plumbing system can lead to various problems in the region where these buildings are located, ranging from flooding to structural damage. In this context, this study aims to analyze the absence of a stormwater drainage system in a residential condominium located in the city of São José de Ribamar, MA, named Village dos Pássaros V. The methodology used for the development of this work included data provided by the construction company about the housing units and the condominium under study, as well as field surveys involving technical visits to the site to identify the implementation of single-family residences, confirming the absence of the stormwater drainage system. To facilitate the cost estimation of the referred system, the hydraulic parameters and system components were sized according to NBR10844 (ABNT, 1989) for the implementation of the Stormwater Drainage System. Additionally, the costs of this system were analyzed in comparison with the total costs of condominium implementation, aiming to assess its impact on the overall costs for the construction company.

Palavras-chave:

Sistema predial de águas pluviais

Edificações unifamiliares

Condomínio residencial

Keywords:

Stormwater drainage system

Single-family buildings

Residential condominium

CONTATO DOS AUTORES:

[1] **CORRÊA, Janiel Garcia**: Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luís-MA, janiel.garcial@discente.ufma.br.
[2] **RIBEIRO, Thalisson Mendes**: Universidade Federal do Maranhão – UFMA, thalisson.mr@discente.ufma.br.
[3] **BONI, Solange**: Universidade Federal do Maranhão – UFMA, solange.boni@ufma.br.

1 INTRODUÇÃO

A precipitação representa um dos elementos atmosféricos com maior capacidade de causar desordem na disposição espacial humana, provocados diretamente pela sua força ou carência. Quando ocorrem chuvas intensas estas podem provocar alagamentos, enchentes, deslizamentos, destruição de lavouras e até mesmo doenças que são transmitidas por agentes infecciosos nas águas (GUERRA, 1999).

Buscando reduzir os impactos gerados devido o aumento do escoamento superficial, vêm se pesquisando alternativas que possibilitem melhorias no sistema de drenagem das cidades, de forma que o ambiente urbano fique livres de inundações. Percebe-se, um consenso sob a necessidade do controle do ciclo hidrológico das cidades, devido os impactos significativos que as superfícies impermeáveis podem gerar, através do aumento do escoamento superficial e das vazões de pico que impactam na velocidade com que a água é transportada na bacia hidrográfica urbana (TESTON et al., 2018; RESS, et al.,2020; LIMA, et al., 2021).

Segundo Reis e Oliveira (2019) uma das soluções utilizadas como estratégia de drenagem é a gestão da água em lotes, as quais contribuem para reduzir o escoamento superficial em meios urbanos. Estes autores também afirmam que deve-se considerar a integração dos componentes do Sistema Predial de Águas Pluviais (SPAP) na concepção da drenagem de lotes.

Em sendo assim, verificou-se a necessidade, de implementar os SPAP em condomínios de baixa renda, da cidade de São José de Ribamar-MA, devido o aumento de inundações urbanas nas redondezas as quais estas implantações estão sendo implementadas.

A ABNT indica as condições para a implementação do sistema de captação de águas pluviais, mediante normas que estabelecem as condições e os métodos fundamentais aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, aspirando caucionar níveis cabíveis de aplicabilidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia (ABNT, 1989).

Destarte, partindo-se da hipótese que a ausência de sistemas prediais de águas pluviais pode ocasionar impactos negativos nas regiões de implantação de condomínios residenciais de baixa renda, como por exemplo: alagamentos, infiltrações e danos estruturais, verificou-se a necessidade de estudar a implantação destes sistemas nestes tipos de condomínios.

Em sendo assim, o objetivo desta pesquisa é avaliar a viabilidade econômica da implantação do Sistema Predial de águas pluviais em um condomínio residencial unifamiliar de baixa renda localizado na cidade de São José de Ribamar-MA, de forma a minimizar os efeitos negativos da sua inexistência na região onde este está inserido. Além disso, verificou-se a importância do assunto devido a baixa produção acadêmica a respeito desse tema.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistema predial de águas pluviais em condomínio residencial

Segundo a NBR 10844, os sistemas prediais de águas pluviais (SPAP) são conjuntos de dispositivos, tubulações e estruturas que têm como objetivo coletar, armazenar, tratar e/ou direcionar a água proveniente de chuvas, visando a utilização adequada ou o seu descarte de forma controlada, a fim de prevenir inundações, minimizar o impacto ambiental e promover a sustentabilidade hídrica em edificações (ABNT, 1989).

Para conduzir as águas pluviais incidentes nos telhados, terraços e áreas abertas é crucial a utilização dos elementos que constituem o sistema predial de águas pluviais, neste caso, as calhas, os condutores verticais e horizontais para destinação final na rede de drenagem (MARQUES, 2017).

Os sistemas prediais de águas pluviais precisam ser projetados e executados para que seja garantida a segurança e para que as águas que se precipitam sobre as edificações sejam coletadas e conduzidas até os cursos d'água ou destinação adequada (BRESSAN, 2006).

2.2 Dimensionamento dos sistemas de captação de águas pluviais

O dimensionamento dos sistemas de captação de águas pluviais deve seguir as recomendações normativas da NBR 10844 (ABNT, 1989), cujo objetivo é garantir a eficiência e adequação do sistema, evitando problemas relacionados ao acúmulo e escoamento inadequado da água pluvial.

Um projeto adequado considera a área de captação, a intensidade pluviométrica local, a capacidade de armazenamento, o dimensionamento das tubulações e dispositivos de controle, garantido que o sistema seja capaz de lidar com as chuvas de diferentes intensidades e evitando problemas como transbordamentos, obstruções ou subdimensionamento.

Segundo a NBR 10844 (ABNT, 1989), o período de retorno deve ser fixado conforme as características da área a ser drenada. Neste caso, adotou-se: T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços.

A NBR 10844 (ABNT, 1989) recomenda que à vazão de projeto deve ser calculada conforme a Equação 1:

$$Q = \frac{C*I*A}{60} \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Sendo:
Q, vazão de projeto, em L/min
I, intensidade Pluviométrica, em mm/h
A, área de contribuição, em m²
C= 0, quando há absorção total d'água
C= 1, quando não há absorção d'água

Segundo TOMAZ (2003), a coleta de água da chuva deve ser feita através dos telhados das residências. No caso específico da edificação em estudo, a norma NBR 10844 (1989)

estabelece formulações que determinam a área do telhado destinada à captação da água pluvial.

Usando os critérios que a norma determina para a área de contribuição em função da arquitetura do telhado, a Equação 2 apresenta a formulação utilizada no presente trabalho.

$$A = \left(a + \frac{h}{2}\right).b \quad \text{(Eq.2)}$$

Sendo:
a, largura do telhado;
b, comprimento do telhado;
h, altura do telhado;

O dimensionamento das calhas e condutores horizontais é feito pela equação de Manning-Strikler, Equação 3:

$$Q = K * \frac{S}{n} * R_H{}^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Eq. 3)}$$

Sendo:
Q, vazão de projeto (L/min);
S, área da seção molhada (m²);
n, coeficiente de rugosidade;
R_H, raio hidráulico (m);
i, declividade da calha (m/m);
K= 60.000

A partir da vazão de projeto, consulta-se os ábacos que constam na NBR 10844 (ABNT, 1989) para obter o diâmetro dos condutores verticais. O dimensionamento de condutores horizontais considera as declividades mínimas e a capacidade hidráulica para tubulações de seção circular a partir de tabela apresentada na referida norma.

Ademais, os condutores verticais podem ser verificados pela Equação 4, que considera a taxa de ocupação do tubo.

$$Q = 0{,}019 * (TO)^{\frac{5}{3}} * (D)^{\frac{8}{3}} \quad \text{(Eq. 4)}$$

Sendo:
Q, vazão (l/min);
D, diâmetro interno (mm);
TO, taxa de ocupação do tubo;

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo e caracterização da edificação

A área de estudo escolhida foi um empreendimento situado na Estrada de Ribamar, localizada no Município de São José de Ribamar, no Estado do Maranhão. O terreno estudado possui uma área de 117.062,70 m² e um perímetro de 1.584,86 m com uma configuração geométrica irregular em forma de um retângulo Figura 1.

Figura 1 – Local do empreendimento - Condomínio Village dos Pássaros V.



Fonte: Google Earth, 2023.

A área de estudo trata-se do Condomínio Village dos Pássaros V composto de um total de 455 (Quatrocentos e cinquenta e cinco) unidades habitacionais distribuídas em 13 (treze) quadras, sendo composto por sistemas de instalações elétrica, hidráulica, sanitária, telefonia, de combate a incêndio, pavimentação em areia e asfalto usinado a quente (AAUQ) e sistema de drenagem. Porém, verificou-se a inexistência dos sistemas prediais de águas pluviais (SPAP), que se considera de fundamental importância, uma vez que a região, a qual o condomínio foi implantado, sofre com problemas de alagamentos e inundações.

3.2 Coleta e análise de dados

Como procedimento metodológico, utilizou-se pesquisa bibliográfica por meio de autores, publicações, artigos e monografias já realizadas acerca do tema e normas que regulamentam como deve ser executada cada etapa do sistema predial de águas pluviais a ser projetado.

Dessa maneira, para sugerir a implementação do Sistema de captação e destinação de águas pluviais do condomínio, tomou-se como base os requisitos de desempenho e parâmetros de projeto recomendados pela NBR 10844 (ABNT, 1989).

Para dimensionamento do projeto de SPAP, fez-se a análise da planta de cobertura da unidade residencial padrão do condomínio em estudo, obtendo-se a vazão de projeto e dimensões mínimas da calha, de forma a conduzir a água, incidente no telhado, para os condutores verticais e horizontais e consequentemente para o sistema de drenagem existente no condomínio.

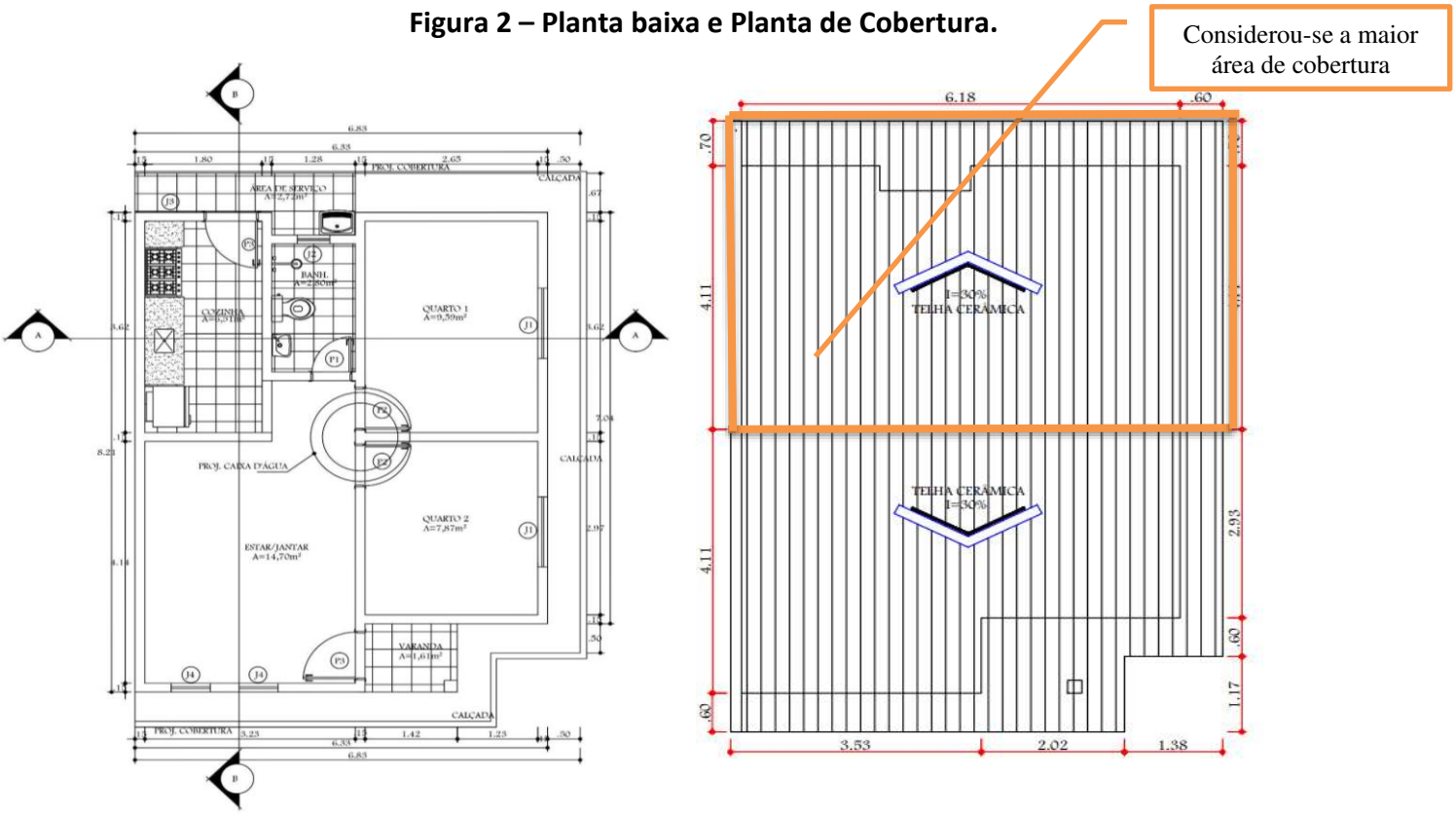
Outrossim, foram apresentados os valores referentes ao quantitativo de todos os materiais utilizados no sistema, levantando-se o custo para implantação do referido sistema em lojas de materiais de construção localizadas nas redondezas do condomínio. Por fim, foi feito uma análise e interpretação dos dados coletados, utilizando ferramentas (Excel®, Autocad® e Word®) que permitiram apresentar as informações referentes a implantação do sistema predial de água pluviais nas residências.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise da Implantação do Sistema de Dimensionamento SPAP - Projeto e área de captação.

A Figura 2 apresenta a planta da moradia social do condomínio residencial, bem como a planta de cobertura, a qual permitiu conhecimento da área de incidência da chuva e o posicionamento das calhas. A residência objeto de estudo é constituída por 2 dormitórios, sala de estar/jantar, cozinha, banheiro, área de serviço e varanda totalizando 44,62 m² em um terreno de 10m de frente por 15m de fundo. Nesse aspecto, com um beiral de 0,60m e disposto em duas águas com inclinação de 30%, como pode ser visto na Figura 2, a área total da cobertura é de 65,60m², tendo toda essa área considerada na coleta da chuva.

Figura 2 – Planta baixa e Planta de Cobertura.



Fonte: Adaptado, Condomínio Village dos Pássaros V.

4.2 Calhas e condutores verticais.

Para o dimensionamento da calha e dos condutores verticais utilizou-se os parâmetros normativos, que delimita alguns valores e dimensionamento através de expressões matemáticas e ábacos.

Tendo em vista que a planta de cobertura do telhado não é simétrica, calculou-se duas áreas de contribuição do telhado distintas, considerando-se no dimensionamento a maior área de cobertura. A partir da Equação 2, apresentada no item 2.2, obteve-se a seguinte área de contribuição:

a, 4,725 m
h, 1,40 m
b, 6,80 m

$$A = \left(4{,}725 + \frac{1{,}4}{2}\right) * 6{,}8 = 36{,}89m^2 \quad \text{(Eq. 5)}$$

Para determinar a intensidade pluviométrica da cidade de São José de Ribamar, local de implantação do objeto de estudo, considerou-se o uso da equação de intensidade de precipitação, para um período de retorno de 5 anos (CAMPOS et al., 2015).

$$I = \frac{K*TR^a}{(t+b)^c} \quad \text{(Eq. 6)}$$

Sendo:
I, intensidade máxima média de precipitação, mm/h;
TR, período de retorno, anos;
t, duração da precipitação, minutos;
K, a, b e c, Parâmetros ajustados com base nos dados pluviométricos da localidade.

Diante disso, foi possível determinar a intensidade de precipitação da cidade do objeto de estudo, usando os parâmetros fornecidos na Tabela 1:

Tabela 1: Parâmetros da equação de intensidade-duração-frequência ajustados por regressão linear de cidades no estado do Maranhão.

Município	Latitude	Longitude	K	a	b	c
São José do Ribamar	-2,55	-44,067	976,34	0,169	10	0,742

Fonte: Adaptado (Campos et al, 2015)

De acordo com a Equação 6 e os dados fornecidos na Tabela 1, determinou-se o índice pluviométrico.

$$I = \frac{976{,}34*5^{0169}}{(5+10)^{0{,}742}} = 171{,}82mm/h \quad \text{(Eq. 7)}$$

Com a área de contribuição e a intensidade pluviométrica, calculou-se a vazão de projeto utilizando a Equação 1, apresentada no item 2.2.

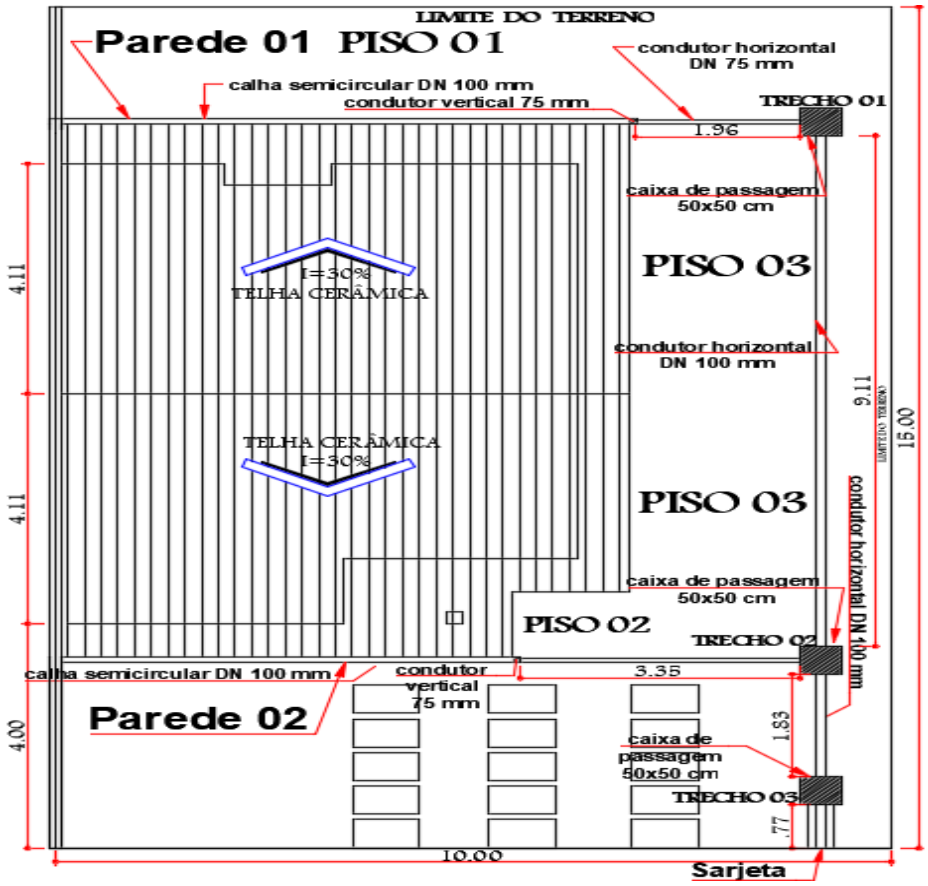
$$Q_P = \frac{1*171{,}82*36{,}89}{60} = 105{,}64L/min \quad \text{(Eq.8)}$$

Segundo Azevedo e Oliveira (2018), as calhas devem ser dimensionadas a partir da determinação da vazão de projeto. Nesse sentido, por se tratar de uma casa popular, com área de cobertura pequena, propõe-se, adotar material de PVC para as calhas, com seção semicircular de DN 100 mm e saída para condutores verticais de 75 mm. O coeficiente de rugosidade utilizado foi o recomendado na NBR 10844 (ABNT, 1989) para materiais plásticos.

Para verificar se o sistema funcionará sob gravidade, utilizou-se equação de taxa de ocupação, Equação 4, referente aos condutores verticais, obtendo-se resultado de 17,66%.

A Figura 3 apresenta a disposição das calhas e condutores verticais e horizontais considerados no dimensionamento do projeto a ser proposto para o condomínio objeto de estudo.

Figura 3: Detalhe dos elementos do SPAP



Fonte: Adaptado, Projeto Condomínio Village dos Pássaros V

Será adotado 2 condutores verticais, conectados aos condutores horizontais e interligados em caixas de passagem. Ademais, propõem-se executar três caixas de passagem enterradas, para amortização da água da chuva no local, cuja interligação será com tubos de PVC, conforme dimensionamento apresentado a seguir.

4.3 Condutores Horizontais

Para calcular a vazão de projeto a ser coletada pelos condutores horizontais, considerou-se as áreas de contribuição das paredes e pisos. Em seguida, calculou-se a vazão de projeto do trecho 1-2 utilizando a fórmula do método racional já apresentada anteriormente.

Para calcular a vazão de projeto a ser coletada pelos condutores horizontais, considerou-se as áreas de contribuição das paredes e pisos. Em seguida, calculou-se a vazão de projeto de cada um dos trechos utilizando a fórmula do método racional apresentada anteriormente. A Tabela 2 apresenta os valores das vazões de projeto obtidas no dimensionamento.

Tabela 2: Área de contribuição e Vazão de projeto

Área de Contribuição	$A_{parede1}$	A_{piso1}	A_{Total1}	Q_p
$Trecho(1-2)$	$10{,}88m^2$	$20{,}75m^2$	$31{,}63m^2$	$196{,}21L/min$
Área de Contribuição	$A_{parede2}$	$A_{piso2,3}$	A_{Total2}	Q_p
$Trecho(2-3)$	$8{,}64m^2$	$31{,}61m^2$	$40{,}25m^2$	$311{,}47L/min$

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Com a vazão de projeto, escolheu-se os condutores horizontais em cada trecho. Desse modo, verificou-se o diâmetro a partir de valores apresentados na NBR 10844 (ABNT, 1989), considerando-se declividade de 1% e material de PVC com coeficiente de rugosidade n=0,011. A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 3: Diâmetros dos condutores verticais

Trechos	Quantidade de condutores	Diâmetro nominal dos condutores (mm)
$Trecho(1-2)$	1	100
$Trecho(2-3)$	2	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

4.4 Caixa de Passagem

As caixas de passagem consideradas devem ter dimensões de 50x50x40cm, com 10 cm de espessura. Foram previstas três caixas de passagem (ver Figura 3) para ligação dos condutores verticais, mudança de direção destas tubulações, facilitar a manutenção e direcionar a água coletada em direção a sarjeta. Visando o melhor custo beneficio, propõe-se que as caixas sejam feitas de blocos e tampas de concreto executadas no local. Com isso, verificou-se que cada caixa precisará de 8 blocos e cada tampa de 0,0125m³ de concreto.

4.5 Quantitativo de Materiais e Custos da Implantação do Sistema

A Tabela 4 apresenta os quantitativos a serem considerados na execução do SPAP. Ressalta-se que, os preços unitários foram baseados em pesquisa de custos nas lojas de construção da região.

Tabela 4: Tabela de quantitativos.

Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Calha de 3 m (100mm pvc)	m	4	129,9	519,6
Calha de 1 m (100mm pvc)	m	1	78,9	78,9
Emenda	und	3	47,9	143,7
Cabeceira (par)	und	2	15,46	30,92
Suporte fixador	und	21	16,76	351,96
Tubo de 3 m (100mm pvc)	m	5	49,25	246,25
Tubo de 3 m (75mm pvc)	m	4	44,9	179,6
Conector de condutor (redução excêntrica)	und	2	17,41	34,82
Joelhos 75mm	und	2	4,5	9
Abraçadeiras	und	6	4,91	29,46
Parafusos 4,0x45mm	und	31	0,08	2,48
Bucha 6mm	und	31	0,4	12,4
Bocal de saída 100 mm p/ 75mm	und	2	50,97	101,94
Total				R$ 1.741,03
Caixas de inspeção e mão de obra				
Descrição	**Unidade**	**Quantidade**	**Preço unitário**	**Preço total**
Blocos de concreto	und	24	3,36	80,64
Tampa de caixa de passagem	m^3	0,0125	431,42	5,39
Pedreiro	diária	2	150	300
Servente	diária	2	100	200
Total				R$ 586,03

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Verifica-se que o custo da implantação do SPAP para cada unidade residencial será de R$ 2.327,06, totalizando R$ 1.058.812,30 com a implantação do referido sistema em todas as unidades residenciais.

5 CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa partiu da hipótese de que a ausência de sistemas prediais de águas pluviais pode ocasionar impactos negativos na região do condomínio residencial de baixa

renda. Com a finalidade de minimizar os problemas decorrentes dessa falta e com base nos resultados obtidos, a partir dos parâmetros de dimensionamento conforme recomendações da NBR 10488 (ABNT, 1989), verificou-se a viabilidade econômica, com a implantação do SPAP em cada residência de forma a ressaltar que o custo do sistema em relação ao custo total do empreendimento é baixo, o que não justifica a sua inexistência.

De acordo com os valores apresentados, o custo para cada unidade residencial será de R$ 2.327,06 e com custo total para sua de implantação em todas as unidades residenciais será de R$ 1.058.812,30. Sendo assim, considerando-se o custo de implantação total do condomínio (R$ 51.064.195,44), pode-se dizer que esse valor representa apenas 2,08 %, tornando o SPAP viável para a sua implantação.

Com isso, ressalta-se a importância do SPAP para um condomínio residencial, pois ele permite gestão adequada das águas pluviais incidentes nas edificações e áreas comuns. Além disso, um sistema eficiente contribui para a preservação do ambiente, evitando a erosão do solo, ao direcionar as águas pluviais de forma correta, ajudando a proteger o meio ambiente garantindo a sustentabilidade do condomínio e minimizando os riscos de inundações nas bacias hidrográficas urbanas, a qual o condomínio está inserido.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:** Águas pluviais - Procedimento. Rio de Janeiro, 1989.

AZEVEDO, A. R. G.; OLIVEIRA, M. B. **Instalações prediais II.** Itaperuna: IBL, 2018.

BRESSAN, C. P. (dezembro de 2006). **Levantamento de Técnicas Para o Dimensionamento de Condutores Verticais em Instalações Prediais de Águas Pluviais.** Itatiba, SÃO PAULO, BRASIL.

CAMPOS, Alcinei Ribeiro et al. Equações de intensidade de chuvas para o estado do Maranhão. **Engenharia na Agricultura**, v. 23, n. 5, p. 435-447, 2015.

GUERRA, Antônio José Teixeira et al. **O início do processo erosivo. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, v. 339, p. 17-55, 1999.

LIMA, C.A.S; SOUZA, R.S; ALMEIDA, A.K; ALMEIDA, I.K. **Economic feasibility of a rainwater havesting system in a residential condominium in the Brazilian Midwest**. International Journal of Sustainable engineering. v.14. n.6. p.1950-1961. 2021.

MARQUES, E. L. (2017). **Sistema Predial de Águas Pluviais Incorporando Microrreservatórios de Controle do Escoamento.** Porto Alegre.

REIS, R.P.A; ILHA, M.S. de O. **Influência das condições de instalação do sistema predial de água pluvial nas soluções de drenagem na fonte. Ambiente Construído**, v.19, n.1, p.129-141. Porto Alegre, RS. 2019.

RESS, L.D.; HUNG, J. C.; JAMES, L. A. **Impacts of urban drainage systems on stormwater hydrology: Rocky branch watershed, Columbia, South Carolina.** Journal of Flood Risk Management. 13e. págs.1-13. 2020.

TESTON, A.; GERALDI, M.S; COLASIO, B.M; GHISI, E. **Rainwater Havesting in Buildings in Brazil: A Literature Review.** Water, 10,471,25págs. 2018.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis.** São Paulo: Navegar, 2003.