

**NÚCLEO TÉCNICO DE ARQUITETURA – NTA/SEDEF**

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO  
PROJETO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	3
1.1 RESPONSÁVEIS TÉCNICOS .....	4
2. DIMENSIONAMENTOS .....	4
2.1 INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA .....	5
2.2 DIMENSIONAMENTO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO .....	6
2.3 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO .....	9
2.4 DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS .....	11
2.5 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS .....	13
2.6 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES HORIZONTAIS .....	15
2.7 CISTERNA .....	17

## **1. INTRODUÇÃO**

O presente Memorial Descritivo e de Cálculo pretende descrever detalhadamente todos os cálculos que serão efetuados até que se chegue ao resultado final, complementando o dimensionamento do projeto de construção civil do Projeto Padrão da Creche do Programa Infância Feliz Paraná (Lei nº 21.870, de 19 de dezembro de 2023, que visa à construção de creches, para o atendimento de crianças de zero a 03 (três) anos de idade, que se encontram em situação de vulnerabilidade social e são assistidas pelos programas sociais de renda.

Trata-se de projeto padrão em alvenaria, constituído por edificação térrea (01 pavimento), com área construída de 456,86 m<sup>2</sup>, a ser implantada em terreno com dimensões mínimas de 30,00 m x 40,00 m, totalizando 1.200 m<sup>2</sup>. A edificação destina-se à implantação em diferentes municípios do Estado do Paraná, em áreas a serem aprovadas pelo órgão demandante, cabendo a adequação da implantação às características do terreno selecionado.

O presente volume de Especificações Técnicas constitui elemento fundamental para o cumprimento das metas estabelecidas para o desenvolvimento do projeto executivo e execução da obra.

As especificações poderão ser adequadas conforme projeto específico, sendo equivalentes ou superiores aos requisitos supracitados, a serem submetidas à análise e aprovação da Secretaria de Desenvolvimento Social e Família - SEDEF.

Deverão, ainda, ser observadas as exigências relativas às áreas mínimas permeáveis, conforme o Código de Obras e legislação urbanística municipal vigente, devendo a implantação prever, quando não atendido o percentual mínimo de permeabilidade, soluções compensatórias de drenagem, tais como a implantação de caixa de contenção de cheias, devidamente dimensionada em projeto específico.

Todos os materiais a serem empregados na obra deverão atender às especificações do projeto e obedecer às especificações de qualidade e desempenho da ABNT. Ainda, o processo de cálculo adotado neste memorial segue as diretrizes da NBR 10844/1989 e busca atingir objetivos específicos. São eles:

- Recolher e conduzir a vazão de dejetos até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- Ser estanques;
- Permitir a limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas a que estão submetidas às canalizações;
- Não provocar ruídos excessivos.

## **1.1 RESPONSÁVEIS TÉCNICOS**

O Projeto Padrão – Arquitetônico e Complementares, integrante do Programa Infância Feliz Paraná, possui responsabilidade técnica das arquitetas Isaura Marques de Souza, CAU A30.869-2, e Adriana Garcia, CAU A43.929-0, conforme registrado nas RRTs nº 14606238, nº 14606419 e nº 14606449.

## **2. DIMENSIONAMENTOS**

Nesta etapa serão dimensionadas as áreas de contribuição do projeto, as tubulações que conduzirão a água pluvial.

## 2.1 INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

A intensidade pluviométrica é baseada em dados pluviométricos específicos para cada município. No entanto, para efeito de cálculo, serão admitidos os parâmetros referenciais para a cidade de Curitiba, tendo em vista sua parcela significativa no quesito da intensidade de chuva.

Considerando-se a particularidade de cada município e havendo parâmetros de intensidade de chuva superior aos adotados, deverá ser realizada a elaboração do projeto de águas pluviais, com o redimensionando dos cálculos conforme a realidade local, acompanhado da ART do profissional responsável pela elaboração do projeto, bem como do memorial descritivo e de cálculo.

No entanto, cabe ao município comunicar a esta SEDEF para solicitar as alterações do projeto de água pluviais e, posteriormente, apresentar o projeto revisado, a respectiva ART/RRT, além do memorial descritivo e de cálculo.

Dessa forma, considerando a NBR 10.844 e utilizando os parâmetros referenciais para a cidade de Curitiba, a intensidade de chuva a ser utilizada é de 204 mm/h, tempo de recorrência de 5 anos e duração de 5 min, conforme Figura 1.

**Figura 01 – Tabela 1 de Chuvas intensas no Brasil (Duração – 5min)**

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
1 - Alegrete/RS	174	238	313 (17)
2 - Alto Itatiaia/RJ	124	164	240
3 - Alto Tapajós/PA	168	229	267 (21)
4 - Alto Teresópolis/RJ	114	137 (3)	-
5 - Aracaju/SE	116	122	126
6 - Avaré/SP	115	144	170
7 - Bagé/RS	126	204	234 (10)
8 - Barbacena/MG	156	222	265 (12)
9 - Barra do Corda/MA	120	128	152 (20)
10 - Bauru/SP	110	120	148 (9)
11 - Belém/PA	138	157	185 (20)
12 - Belo Horizonte/MG	132	227	230 (12)
13 - Blumenau/SC	120	125	152 (15)
14 - Bonsucesso/MG	143	196	-
15 - Cabo Frio/RJ	113	146	218
16 - Campos/RJ	132	206	240
17 - Campos do Jordão/SP	122	144	164 (9)
18 - Catalão/GO	132	174	198 (22)
19 - Caxambu/MG	106	137 (3)	-
20 - Caxias do Sul/RS	120	127	218
21 - Corumbá/MT	120	131	161 (9)
22 - Cruz Alta/RS	204	246	347 (14)
23 - Cuiabá/MT	144	190	230 (12)
<b>24 - Curitiba/PR</b>	132	<b>204</b>	228
25 - Encruzilhada/RS	106	126	158 (17)
26 - Fernando de Noronha/FN	110	120	140 (6)
27 - Florianópolis/SC	114	120	144
28 - Formosa/GO	136	176	217 (20)
29 - Fortaleza/CE	120	156	180 (21)
30 - Goiânia/GO	120	178	192 (17)

Fonte: ABNT NBR 10.844/1989

## 2.2 DIMENSIONAMENTO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO

Para o cálculo de vazão do projeto, inicialmente é necessário determinar as áreas que contribuirão para a vazão. De acordo com o item 5.2.1 da NBR 10.844/1989 para o cálculo da área de contribuição, devem-se considerar os incrementos devidos à inclinação da cobertura, área de varanda, as paredes que recebem a água da chuva devido à ação do vento e o pátio que também deve drenar a vazão das paredes.

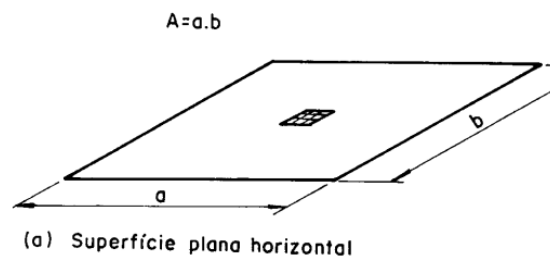
Neste projeto, a cobertura foi dividida em sete áreas de telhado, identificadas na Figura 03. A maior área corresponde à cobertura da edificação, com duas águas e inclinação de 9%. Outras três áreas

correspondem às coberturas das caixas d'água, com inclinação de 13% e 20%, possuindo cada uma, uma água. Uma área refere-se à marquise (telhado verde) e, por fim, há uma área destinada ao pátio descoberto, que não possui cobertura, mas contará com captação da água da chuva.

Sendo as águas assimétricas, será realizado o cálculo de forma a compatibilizar essa informação.

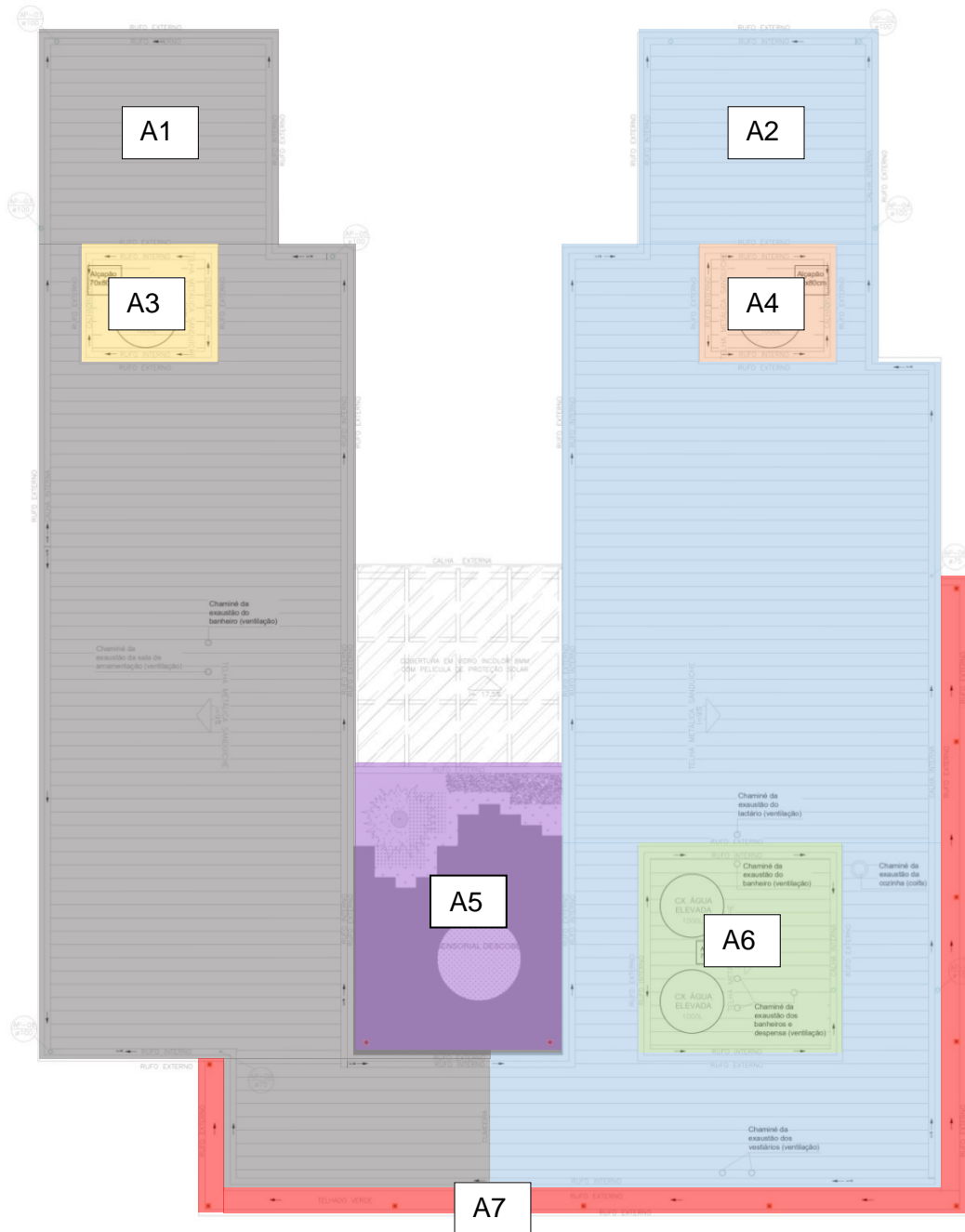
Visto que neste projeto as áreas de cobertura possuem platibanda e para o cálculo das áreas de contribuição, foi adotada a recomendação da NBR 10.844/1989, em sendo:

**Figura 02 – Indicação para cálculo da área de contribuição**



Fonte: ABNT NBR 10.844/1989

**Figura 03 – Planta cobertura com a indicação das áreas de contribuição**



**ÁGUAS PLUVIAIS - COBERTURA**

Área: 456,86 m<sup>2</sup>  
Escala: 1:50

Fonte: Projeto hidrossanitário/águas pluviais Creche



<b>Legenda:</b>	
	A1 corresponde a uma área de 187,28 m <sup>2</sup>
	A2 corresponde a uma área de 201,12 m <sup>2</sup>
	A3 corresponde a uma área de 9,25 m <sup>2</sup>
	A4 corresponde a uma área de 9,25 m <sup>2</sup>
	A5 corresponde a uma área de 35,25 m <sup>2</sup>
	A6 corresponde a uma área de 25,24 m <sup>2</sup>
	A7 corresponde a uma área de 21,75 m <sup>2</sup>

### 2.3 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO DE PROJETO

A vazão de projeto, para cada área, será calculada através da seguinte equação:

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

Onde:

Q = vazão de projeto (L/min);

I = intensidade pluviométrica (mm/h) e;

A = área de contribuição do escoamento (m<sup>2</sup>).

Para telhado utiliza-se os valores com período de retorno de 5 anos, dessa forma, realizou-se os cálculos de vazão para cada uma das áreas de contribuição, conforme tabela a seguir.

**Tabela 01 – Cálculo da Vazão do Telhado**

	Área Contribuição (m <sup>2</sup> )	Condutores verticias (UND.)	Área/Condutores (m <sup>2</sup> )	Vazão (l/min)
<b>A1</b>	187,28	2	93,64	318,38
<b>A2</b>	201,12	2	100,56	341,90
<b>A3</b>	9,25	1	9,25	31,45
<b>A4</b>	9,25	1	9,25	31,45
<b>A5</b>	35,25	1	35,25	119,85
<b>A6</b>	25,24	1	-	85,82
<b>A7</b>	21,75	1	21,75	73,95

Fonte: Projeto hidrossanitário/águas pluviais Creche

A NBR 10.844/1989 não estipula um número mínimo de condutores verticais e, neste projeto, a quantidade indicada na tabela acima é suficiente para captar o volume de águas pluviais para a cidade de Curitiba.

No entanto, por se tratar de projeto padrão, o que pode ocasionar variações na intensidade de chuva dependendo da localidade, adotou-se as quantidades de condutores conforme o projeto de águas pluviais, de forma a garantir segurança às edificações.

**Tabela 02 – Condutores Verticais de Projeto**

	Área Contribuição (m <sup>2</sup> )	Condutores verticias (UND.)
<b>A1</b>	187,28	4
<b>A2</b>	201,12	4
<b>A3</b>	9,25	0
<b>A4</b>	9,25	0
<b>A5</b>	35,25	2
<b>A6</b>	25,24	0
<b>A7</b>	21,75	2

Fonte: Projeto hidrossanitário/águas pluviais Creche

Considerando um somatório das áreas de contribuição das áreas A1, A2, A3, A4 e A6 de 273,19 m<sup>2</sup> e intensidade pluviométrica de Curitiba de 204 mm/h, obtemos a vazão total de 538,78 l/min, conforme calculado a seguir.

$$Q = \frac{204 \times 237,94}{60} = 809 \text{ L/min}$$

Quanto à área A7, referente ao telhado verde, calculou-se a vazão e área de contribuição, conforme indicado nas Tabelas 01 e 02. Verificou-se, a partir do Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais da NBR 10.844/1989, que o diâmetro seria inferior a 70 mm; entretanto, conforme a normativa, o diâmetro mínimo é de 70 mm. Dessa forma, adotou-se o diâmetro de 75 mm para os dois condutores verticais, conforme projeto.

## 2.4 DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS

Para o projeto foram dimensionadas calhas fabricadas em material de aço galvanizado, com seção retangular, saída em aresta viva e com uma inclinação de 1%.

Inicialmente é determinado o coeficiente de rugosidade ( $\eta$ ) que depende exclusivamente do material com o qual a calha foi fabricada (no projeto, Aço galvanizado), como observado a seguir onde  $\eta = 0,011$ :

**Figura 04 – Tabela dos Coeficientes de rugosidade**

Material	n
plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
cerâmica, concreto não-alisado	0,013
alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: ABNT NBR 10.844/1989

Em posse do coeficiente de rugosidade e das vazões para cada calha, utilizou-se a Tabela 01 – Cálculo da Vazão do Telhado para a determinação das dimensões das calhas.

Em seguida, verificou-se o dimensionamento da calha. Como o diâmetro no item 2.4 foi determinado através do método de Manning-Strickler, com lâmina de água igual à metade do diâmetro interno, devemos fazer a verificação para garantir que o método adotado atenderá a situação de uso com a lâmina de água igual a 2/3 D. Essa verificação é realizada seguindo a equação de Manning-Strickler dada abaixo:

$$Q = \frac{K \times S \times \sqrt[3]{R_H^2} \times \sqrt{i}}{n}$$

Onde:

Q é a vazão de projeto (L/min);

K = 60000;

S é a área molhada da seção (m<sup>2</sup>);

Rh é o raio hidráulico da seção (m);

n é o coeficiente de rugosidade de Manning e;

i é a declividade da calha.

Diante disso, adotou-se uma calha com altura útil (lâmina d'água) de 22 cm, base de 35 cm e declividade da calha de 1%.

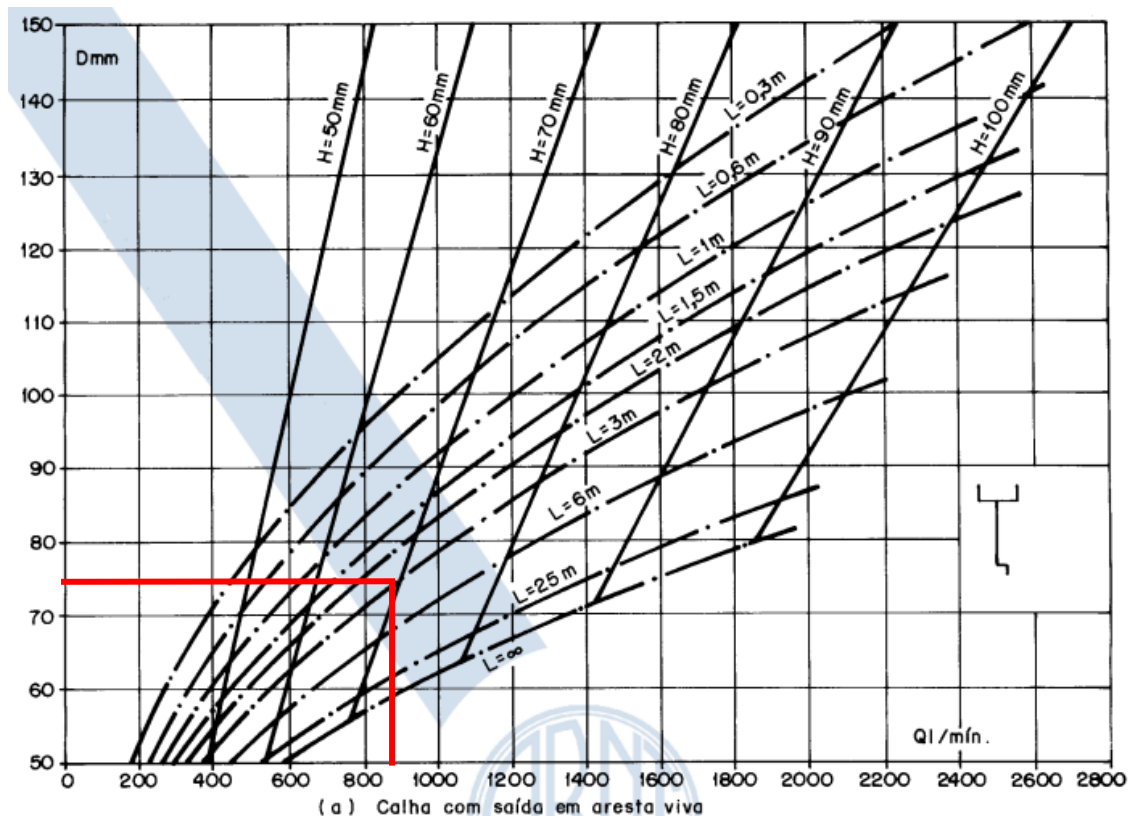
$$Q = \frac{60.000 \times 0,078 \times \sqrt[3]{(0,10)^2} \times \sqrt{\frac{1}{100}}}{0,001} = 872,10 \text{ L/min}$$

Assim, foi possível obter o valor de vazão que a calha consegue atender de 872,10 L/min, superior à vazão do telhado, encontrada.

## 2.5 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS

Para a determinação do diâmetro dos condutores verticais foi utilizado o Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais da NBR 10.844/1989.

Figura 05 – Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais (Calha com saída em aresta viva)



Fonte: ABNT NBR 10.844/1989

Com base na vazão calculada das calhas e a partir do Ábaco para a determinação de diâmetros de condutores verticais, conforme a NBR 10.844/1989, obtém-se um diâmetro aproximado de 75 mm para os condutores verticais.

No entanto, o diâmetro comercial imediatamente superior ao valor encontrado é de 100 mm, sendo este adotado para os condutores verticais do projeto.

O diâmetro interno mínimo para a coluna d'água deve ser de 70 mm, conforme a normativa; dessa forma, considerou-se que as tubulações que descem do telhado verde, "área A7", possuem diâmetro nominal de 75 mm.

Devido à possibilidade de obstrução dos condutores, coletores e subcoletores, foram previstas caixas de inspeção e/ou tubos radiais para inspeção, conforme indicação no projeto.

## 2.6 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES HORIZONTAIS

Será realizado o dimensionamento dos condutores horizontais apenas para as áreas referentes à marquise (telhado verde) e jardim sensorial descoberto.

Segundo a NBR 10.844/1989, item 5.7.2, o dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) da tubulação.

Realizaram-se os cálculos das vazões das áreas A5 e A7, utilizando-se a fórmula do Método Racional, conforme apresentado a seguir.

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

Onde:

Q = vazão de projeto (L/min);

C = coeficiente de escoamento;

I = intensidade pluviométrica (mm/h) e;

A = área de contribuição do escoamento (m<sup>2</sup>).

$$Q_{A5} = \frac{204 \times 35,25 \times 0,17}{60} = 20,37 \text{ L/min}$$

$$Q_{A7} = \frac{204 \times 21,75 \times 0,8}{60} = 59,16 \text{ L/min}$$

O coeficiente de escoamento referente às superfícies de telhados e concreto são verificados na tabela de coeficiente de escoamento superficial/Run-Off, encontrada no Manual de Hidrologia básica para estruturas de Drenagem do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes).

**Figura 06 – Tabela do Coeficiente de Escoamento Superficial/Run-Off**

TIPO DE SUPERFÍCIE	COEFICIENTE DE DEFLÚVIO "c"
<b>Ruas:</b>	
Asfalto	0,70 a 0,95
Concreto	0,80 a 0,95
Tijolos	0,70 a 0,85
Trajetos de acesso a calçadas	0,75 a 0,85
Telhados	0,75 a 0,95
<b>Gramados; solos arenosos:</b>	
Plano, 2%	0,05 a 0,10
Médio, 2 a 7%	0,10 a 0,15
Íngreme, 7%	0,15 a 0,20
<b>Gramados; solo compacto:</b>	
Plano, 2%	0,13 a 0,17
Médio, 2 a 7%	0,18 a 0,22
Íngreme, 7%	0,15 a 0,35

Fonte: DNIT, 2005

Neste projeto, sendo os condutores horizontais em material PVC, apresentam coeficiente de rugosidade e declividade, dados na tabela a seguir.

**Figura 07 – Tabela de Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)**

	Diâmetro interno (D) (mm)	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
		0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

Fonte: ABNT NBR 10.844/1989

Com a inclinação de 2%, adotada em projeto, uma tubulação com diâmetro interno de 50 mm, já atenderia. No entanto, tendo em vista que há possibilidade de partículas de terra e folhas, adotou-se um diâmetro nominal de 75 mm.

## 2.7 CISTERNA

Faz-se necessária a implementação de uma cisterna para captação de água da chuva. Desta forma, na edificação será utilizada uma cisterna modelo vertical com capacidade de 1.000 L, destinada ao armazenamento da água coletada para uso externo, como lavagem de calçadas, irrigação de horta, entre outros, visto tratar-se de água não potável. A tubulação que conduz a água não potável até a cisterna terá diâmetro de 100 mm e deverá ser pintada na cor roxa, com identificação de uso impróprio para consumo humano, conforme a NBR 15.527/2019. A cisterna deverá possuir um extravasor no caso de necessidade de escoar o excesso da coleta de chuvas.