

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Projeto de Rede Pluvial em um Galpão Industrial

Aluna: Lara Simeão Oliveira Santos – 11311ECV072

Professor Orientador: Dr. Antônio de Paulo Peruzzi





LARA SIMEÃO OLIVEIRA SANTOS

Projeto de Rede Pluvial em um Galpão Industrial

Trabalho de Conclusão de Curso

Relatório final apresentado à banca examinadora da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências necessárias para obtenção do certificado de conclusão do curso.

Uberlândia, 05 de Setembro de 2018.

RESUMO

Este trabalho faz a análise de um galpão industrial do ramo alimentício que, em períodos de chuva, sofre com alagamentos. São apresentados os problemas encontrados no local, o estudo do motivo para estarem ocorrendo e, então, possíveis soluções que poderiam ajudar a saná-los. O trabalho usa como referência a ABNT NBR 10844:1989 que fixa exigências e critérios necessários das instalações de drenagem de águas pluviais. Além da norma, outros autores são usados como referência, buscando assim, elaborar um projeto que faça a correta captação da água pluvial.

Palavras chaves: galpão, projeto, drenagem.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 OBJETIVO.....	7
2 ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	7
2.1.1 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS.....	8
2.1.1.1 FATORES METEOROLÓGICOS.....	8
2.1.1.2 ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO.....	11
2.1.1.3 VAZÃO DE PROJETO.....	11
2.1.1.4 CALHA.....	12
2.1.1.5 CONDUTORES VERTICAIS.....	14
2.1.1.6 CAIXAS DE AREIA.....	14
2.2 DRENAGEM PLUVIAL.....	14
2.2.1 SARJETA.....	15
2.2.2 BOCAS DE LOBO.....	15
2.2.3 POÇO DE VISITA.....	16
2.2.4 CAIXA DE PASSAGEM.....	16
3 ESTUDO DE CASO.....	17
3.1 SITUAÇÃO ATUAL.....	17
3.2 PROBLEMA ESTUDADO.....	19
3.3 SOLUÇÕES.....	20
3.3.1 VAZAMENTO DE ÁGUA NO TELHADO.....	20
3.3.2 ÁREAS NAS LATERAIS DESCOBERTAS.....	29
3.3.3 TRANSBORDAMENTO DA CAIXA D'ÁGUA PLUVIAL.....	32
3.3.4 ALAGAMENTO DO GALPÃO.....	33
3.3.4.1 ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO.....	34
3.3.4.2 INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA.....	34

3.3.4.3 VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE CADA TRECHO	34
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nos últimos 60 anos, as cidades brasileiras têm apresentado um considerável crescimento urbano. Entretanto, nem sempre os órgãos públicos disponibilizam verbas suficientes para a construção de uma infraestrutura urbana capaz de suportar o expressivo crescimento.

Com o aumento do uso e ocupação do solo, é comum presenciar, principalmente em grandes centros, alagamentos de ruas e avenidas em períodos chuvosos. Diversos são os fatores que contribuem para o problema, como o descarte indevido de lixo nas ruas gerado pela população.

Entretanto, pode-se considerar que o principal motivo para os alagamentos seja a falta de planejamento das cidades. Os órgãos públicos têm a obrigação de fazer um planejamento urbano capaz de captar a água pluvial, de modo a garantir um ambiente sem riscos para a população.

O problema estudado neste trabalho tem grande semelhança aos problemas de alagamento nas grandes cidades. O objeto de estudo é um galpão alimentício que em períodos de chuva sofre com alagamentos, atrapalhando assim toda a logística de entrada, saída e armazenagem de produtos.

O galpão analisado no trabalho é do ramo alimentício e tem grande rotatividade de produtos. Entretanto, quando chove, o mesmo alaga dificultando o trabalho da empilhadeira, atrapalhando e atrasando todo o trabalho de logística realizado pela empresa.

Atualmente, uma rede pluvial previamente projetada se encontra instalada no local, porém ele não tem sido capaz de suportar a quantidade de água causando assim, o alagamento do galpão. Assim, julgou-se necessário criar um projeto que suporte a água da chuva e que garanta a condução correta até um local permitido e adequado.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo propor um projeto de rede pluvial para um galpão industrial que sofre com alagamentos.

O trabalho será desenvolvido em forma de projeto, no qual será feita uma análise dos elementos de drenagem já presentes no galpão e a partir de então, o estudo de uma solução para melhorar esse projeto.

2 ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS

Ao projetar cada subsistema, seja ele arquitetônico, estrutural, hidráulico, de ventilação, entre outros, é indispensável considerar suas diversas interações, de modo que o projeto final apresente harmonia funcional. É importante que a compatibilização dos projetos seja feita antes da execução da obra, de modo a evitar contratempos que encareçam o trabalho, atrasem o cronograma de obras e desperdicem o tempo dos profissionais com retrabalho.

Os sistemas prediais de água pluviais devem ser projetados e executados de forma a garantir que a água pluvial precipite sobre os edifícios, incluindo coberturas, terraços, sacadas, varandas, marquises, rampas, paredes inclinadas e verticais e pequenas áreas pavimentadas sejam coletadas, conduzidas, armazenadas e destinadas ao local adequado.

As águas coletadas são dirigidas à sarjeta ou ao sistema público de águas pluviais. Nos casos em que as áreas em questão estiverem abaixo do nível da via pública ou do coletor, uma caixa coletora de águas pluviais deve acumular a água proveniente destas áreas, e por meio de um sistema de recalque, conduzi-la a uma caixa de passagem ou ao coletor (GONÇALVES, OLIVEIRA 1998).

A ABNT NBR 10844:1989 tem como objetivo fixar exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais, visando garantir níveis satisfatórios de funcionalidade, higiene, segurança, durabilidade e economia.

É importante ressaltar que a norma não se aplica aos casos onde as vazões de projeto e as características da área exijam a utilização de bocas-de-lobo e galerias (ABNT NBR 10844:1989).

De acordo com (GHISI e GUGEL, 2005) os objetivos específicos que se pretende atingir com o projeto de instalações de águas pluviais são os seguintes:

- permitir recolher e conduzir as águas da chuva até um local adequado e permitido;
- conseguir uma instalação perfeitamente estanque;
- permitir facilmente a limpeza e desobstrução da instalação;
- permitir a absorção de choque mecânicos;
- permitir a absorção das variações dimensionais causadas por variações térmicas bruscas;
- ser resistente às intempéries e à agressividade do meio;
- escoar a água sem provocar ruídos excessivos e
- garantir indeformabilidade por meio de uma boa fixação da tubulação.

2.1.1 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

2.1.1.1 FATORES METEOROLÓGICOS

Para o dimensionamento dos condutores, primeiramente faz-se uma análise dos fatores meteorológicos. O embasamento teórico seguido nesta etapa é de acordo com a ABNT NBR 10844:1989.

- **PERÍODO DE RETORNO (T)**

Período de retorno, também conhecido como tempo de recorrência, é o intervalo de tempo para que uma dada chuva de intensidade e duração definidas seja igualada ou superada.

A partir das características da área a ser drenada, determina-se o período de retorno (T) a ser fixado, sendo:

T = 1 ano, áreas pavimentadas, onde se tolera empoçamentos;

T = 5 anos, terraços e/ou coberturas;

T = 25 anos, coberturas e áreas onde não se tolera empoçamentos ou extravasamentos.

- **DURAÇÃO DE PRECIPITAÇÃO (t)**

Conforme prescrito em norma, adota-se a duração de precipitação (t) igual a 5 minutos como padrão para o cálculo da intensidade pluviométrica.

- **INTENSIDADE DE PLUVIOMÉTRICA (I)**

Considera-se a intensidade de pluviométrica (I) de 150 mm/h quando a área de projeção horizontal for menor que 100 m². Para áreas maiores, utilizar a Tabela 1 (Chuvas intensas no Brasil) da ABNT NBR 10844:1989. Algumas cidades estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1- Chuvas intensas no Brasil (duração de 5 minutos)

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	Período de retorno (anos)		
	1	5	25
Belém (PA)	138	157	185 (20)
Belo Horizonte (MG)	132	227	230 (12)
Catalão (GO)	132	174	198 (22)
Cuiabá (MT)	144	190	230 (12)
Curitiba (PR)	132	204	228
Florianópolis (SC)	114	120	144
Fortaleza (CE)	120	156	180 (21)
Goiânia (GO)	120	178	192 (17)
Maceió (AL)	102	122	174
Niterói (RJ)	130	183	250
Salvador (BA)	108	122	145 (24)
Ubatuba (SP)	122	149	184 (7)
Vitória (ES)	102	156	210

Fonte: ABNT NBR 10844:1989

Notas:

- Caso o local não seja mencionado na tabela deve-se procurar correlação com dados dos postos mais próximos que tenham condições meteorológicas semelhantes às do local em questão;
- Os valores entre parênteses indicam os períodos de retorno a que se referem às intensidades pluviométricas, em vez de 5 ou 25 anos, em virtude de os períodos de observação dos postos não terem sido suficientes.

A cidade de Uberlândia (MG) não está presente na tabela prescrita na norma, deste modo, utiliza-se a seguinte equação de intensidade-duração-frequência (Equação 1) para determinar a intensidade pluviométrica (FRANCISCHET 2012).

$$i = \frac{35,576 \times T r^{0,179}}{(t + 16,0)^{0,876}} \quad (1)$$

i = Intensidade pluviométrica, mm/min;

T = Período de retorno, anos;

t = Duração da chuva, min.

Adotando o tempo de duração de 5 minutos obtêm-se a intensidade pluviométrica de Uberlândia (MG) (Tabela 2).

Tabela 2 – Intensidade pluviométrica de Uberlândia (MG)

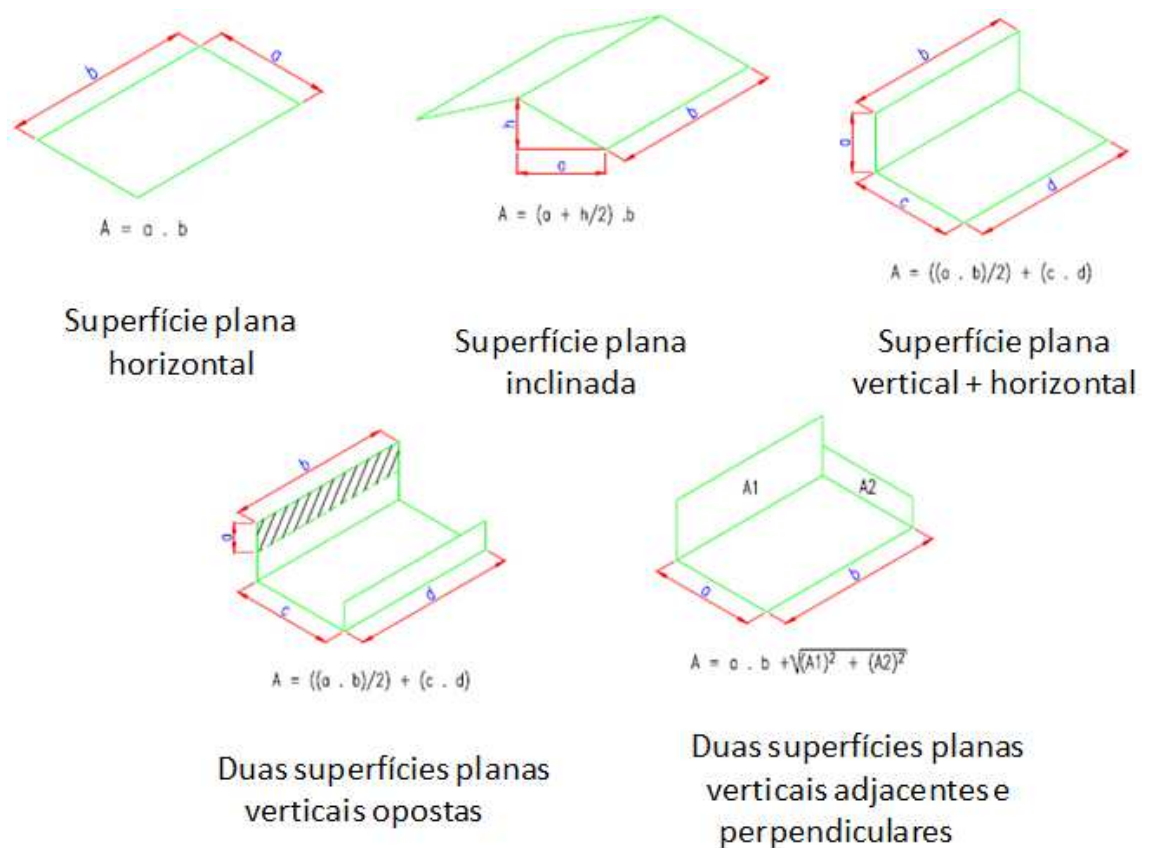
Intensidade pluviométrica - Uberlândia (MG)		
Período de retorno (anos)	i (mm/min)	i (mm/h)
1	2,5	148
5	3,3	196
25	4,4	261

Fonte: Autora (2018)

2.1.1.2 ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

A área de contribuição considera toda a área de incidência da chuva. É necessário considerar o vento na direção que ocasionar maior quantidade de chuva interceptada pelas superfícies consideradas. A área de contribuição deve ser tomada na horizontal e receber um incremento devido à inclinação da chuva. Estes incrementos são calculados de acordo com a ABNT NBR 10844:1989 conforme exemplificado na Figura 1.

Figura 1 - Indicações para cálculo das áreas de contribuições



Fonte: GHISI, GUGEL (2005)

2.1.1.3 VAZÃO DE PROJETO

Determina-se a vazão do projeto a partir da seguinte (Equação 2):

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

Sendo:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = Área de contribuição, em m².

2.1.1.4 CALHA

De acordo com a ABNT NBR 10488:1989, a calha pode ser definida como um canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino.

Existem diversos formatos de calhas, podendo ser em forma de V, U, quadrada, semicircular ou retangular. Além disso, existem diferentes maneiras de instalá-las. Calha de beiral, calha instalada em platibanda, calha instalada no encontro das águas do telhado também conhecida como “água-furtada” (Figura 2), dentre outras.

Figura 2 - Tipos de calhas



Fonte: GHISI, GUGEL (2005)

Segundo a ABNT NBR 10844:1989 as calhas podem ser feitas de aço galvanizado, folhas de flandres, cobre, aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.

As calhas de beiral e platibanda devem ter inclinação uniforme, de no mínimo 0,5%.

O dimensionamento pode ser feito pela fórmula de Manning-Strickler (Equação 3).

$$Q = \frac{K.S.\sqrt[3]{R_H^2}.\sqrt{i}}{n} \quad (3)$$

Onde:

Q = vazão da calha, em L/min;

S = Área molhada, em m^2 ;

R_H = Raio hidráulico, em m;

P = Perímetro molhado, em m;

i = Declividade de calha, em m/m;

n = Coeficiente de rugosidade (Tabela 3);

k = 600000 (coeficiente para transformar a vazão de m^3/s para L/min).

Tabela 3 – Coeficiente 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: Autora (2018)

Para efeitos de cálculos, considera-se:

$$R_H = \frac{S}{P} \quad (4)$$

A Tabela 4 fornece a capacidade de vazão das calhas semicirculares, com $n = 0,011$, para alguns valores de declividade.

Tabela 4 – Capacidade de calhas semicirculares (Vazão em L/min)

Diâmetro interno (mm)	Vazões (L/min)		
	Declividades		
	0,50%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Fonte: Autora (2018)

2.1.1.5 CONDUTORES VERTICAIS

Os condutores verticais têm como função recolher água das calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-la até a parte inferior da edificação (ABNT NBR 10844:1989).

As tubulações e conexões podem ser feitas de ferro fundido, fibrocimentos, PVC rígido, aço galvanizado, cobre, chapas de aço galvanizado, folhas-de-flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro.

A norma orienta que os condutores verticais sejam projetados em uma só prumada. Em casos de desvios, devem ser usadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45° e devem ser previstas peças de inspeção.

Os condutores podem ser instalados externa ou internamente ao edifício, dependendo das considerações de projeto, do uso e ocupação do edifício e dos materiais dos condutores. O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é 70 mm.

Para o dimensionamento dos condutores verticais, levam-se em consideração os seguintes dados:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

H = Altura da lâmina de água na calha, em mm;

L = Comprimento do condutor vertical, em m;

Deste modo, o diâmetro interno (D) é obtido por meio dos ábacos da ABNT NBR 10844:1989.

2.1.1.6 CAIXAS DE AREIA

A caixa de areia é um componente fundamental para o sistema de drenagem pluvial. O objetivo de sua instalação é permitir a sedimentação de possíveis sedimentos na água, como folhas, areia e outros objetos que entram na tubulação pelas calhas.

2.2 DRENAGEM PLUVIAL

Os sistemas de drenagem urbana são essencialmente sistemas preventivos de inundações, principalmente nas áreas mais baixas sujeitas a alagamentos ou

marginais de cursos naturais de água. É evidente que no campo da drenagem, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada.

Um sistema de drenagem de águas pluviais é composto de uma série de unidades e dispositivos hidráulicos para os quais existe uma terminologia própria e cujos elementos mais frequentes são conceituados a seguir.

2.2.1 SARJETA

A sarjeta pode ser definida como um canal longitudinal, em geral triangular, situado entre a guia e a pista de rolamento, destinado a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta (Figura 3).

Figura 3 – Exemplo de sarjeta



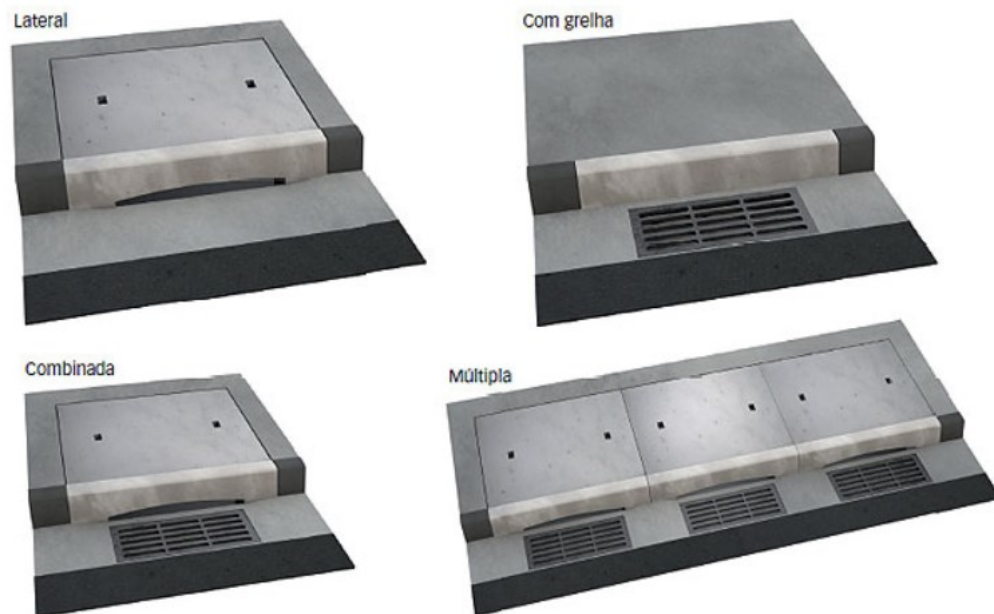
Fonte: PRESSERV (2018)

2.2.2 BOCAS DE LOBO

Bocas de lobo, também chamadas de bocas coletoras, são estruturas hidráulicas em forma de caixas coletoras para captação das águas pluviais que correm pelas sarjetas e sarjetões. Sua função é direcionar a água coletada para a rede coletora;

Dependendo da necessidade de drenagem, elas podem ser simples, múltiplas, equipadas com grelhas pré-moldadas de concreto ou de ferro fundido dúctil, laterais ou combinadas (Figura 4).

Figura 4 - Tipos de bocas de lobo



Fonte: NAKAMURA (2011)

O que determina sua dimensão é a vazão de chegada, definida pelos cálculos baseados na área de contribuição, índice pluviométrico da região e período de retorno da chuva de maior intensidade.

2.2.3 POÇO DE VISITA

Poços de visita são dispositivos auxiliares implantados nas redes de águas pluviais com o objetivo de possibilitar a ligação das bocas-de-lobo à rede coletora e permitir as mudanças de direção, de declividade e de diâmetros dos tubos da rede coletora, além de propiciar acesso para efeito de limpeza e inspeção, necessitando, para isso, sua instalação em pontos convenientes (CEHOP 2018).

2.2.4 CAIXA DE PASSAGEM

As caixas de passagem são destinadas a passagem e ligação de tubulações. O que as diferem dos poços de visita é que elas são enterradas, não possibilitando visitas.

3 ESTUDO DE CASO

Para análise dos sistemas delineados neste trabalho foi escolhido um galpão industrial de distribuição direta de bebidas na cidade de Uberlândia – MG, o qual se teve acesso ao projeto arquitetônico.

3.1 SITUAÇÃO ATUAL

O Centro de Distribuição Direta (CDD) foi inaugurado no dia 31 maio de 2013, substituindo um antigo que a empresa possuía em Uberlândia. Estima-se que a companhia investiu cerca de R\$ 9,5 milhões no projeto, incluindo a compra do terreno.

O centro tem grande importância econômica na região abastecendo os mercados de Uberlândia, Ituiutaba, Araguari, Santa Vitória e cidades próximas.

O empreendimento é formado por dois galpões para armazenamento de bebidas além de anexos como o centro administrativo, portaria, oficinas de caminhões e oficinas de equipamentos como freezers e choopeiras.

O galpão principal é formado por pilares de concreto, cobertura metálica e possui laterais abertas para o carregamento e descarregamento de mercadorias (Figura 5).

Figura 5 – Galpão de concreto armado



Fonte: Autora (2018)

O segundo galpão foi construído em dezembro de 2015 devido à alta demanda de produtos para armazenagem. Sua estrutura e cobertura são feitas de estrutura metálica e somente a base da sua vedação (aproximadamente 2 metros) de alvenaria conforme ilustrado nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 - Galpão de estrutura metálica



Fonte: Autora (2018)

Figura 7 - Galpão de estrutura metálica

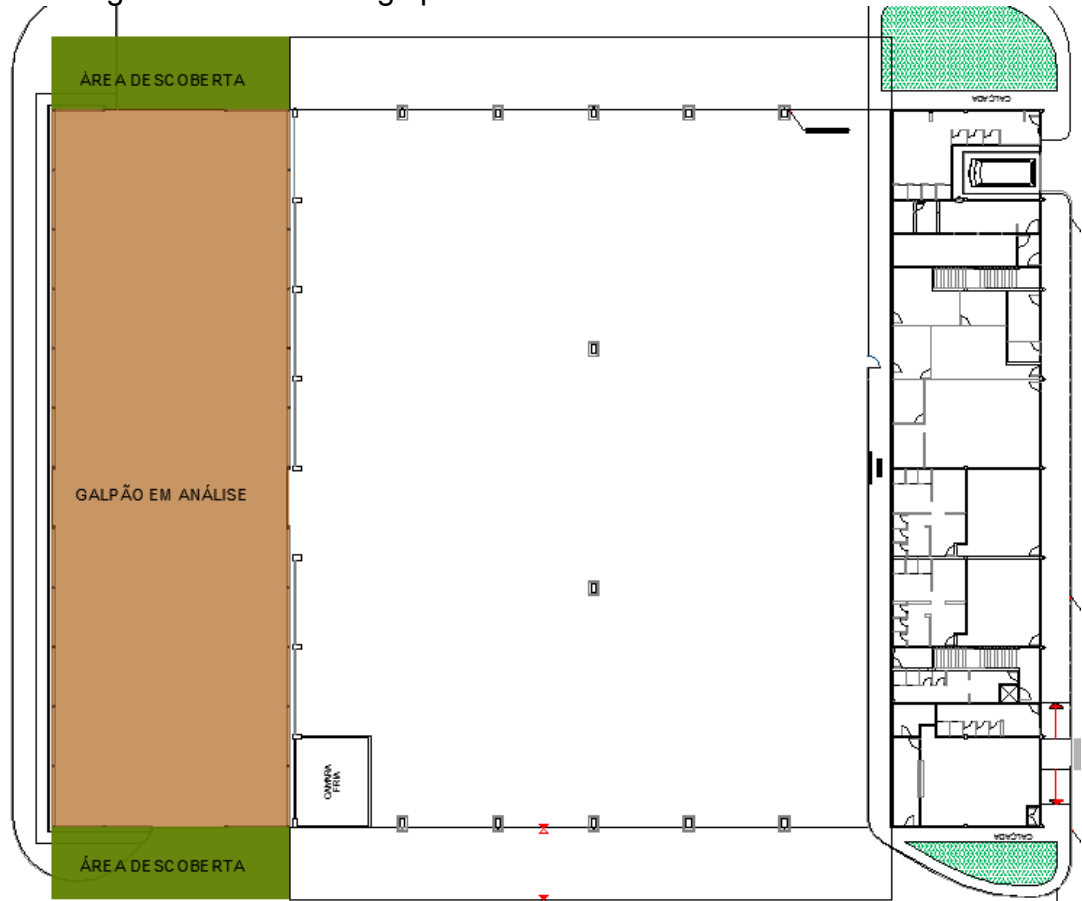


Fonte: Autora (2018)

3.2 PROBLEMA ESTUDADO

O principal problema enfrentado pelo CDD é o alagamento do segundo galpão nos períodos de chuva (Figura 8), dificultando a movimentação das empilhadeiras e atrasando a logística de movimentação de cargas.

Figura 8 – Planta do galpão analisado e das áreas descobertas



Fonte: Autora (2018)

Além do alagamento do galpão (Figura 9), é possível notar outros problemas no local como vazamento de água no telhado, transbordamento da caixa de água pluvial e áreas vulneráveis nas laterais dificultando o carregamento e descarregamento em dias de chuva.

Figura 9 – Alagamento da área interna



Fonte: Autora (2018)

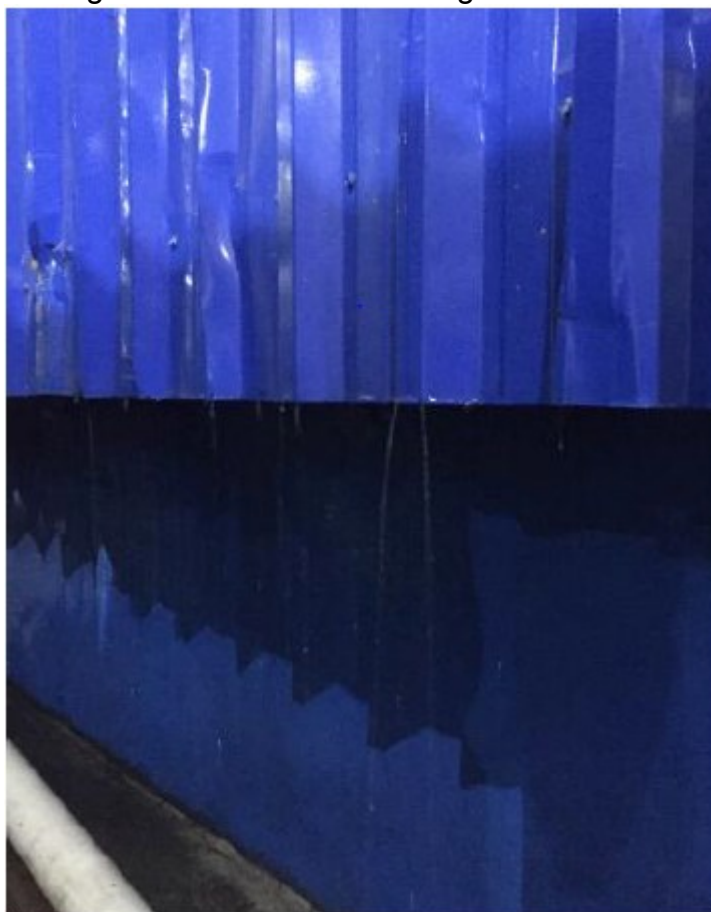
3.3 SOLUÇÕES

Diante de tantos problemas no sistema de drenagem pluvial presente no estabelecimento, o objetivo deste trabalho é propor soluções viáveis a fim de fazer a correta captação e destinação da água da chuva.

3.3.1 VAZAMENTO DE ÁGUA NO TELHADO

Acredita-se que o vazamento de água no telhado pode ser explicado pela insuficiência das calhas em coletar a água precipitada (Figura 10). Buscando sanar o problema, a proposta é fazer o dimensionamento das calhas, condutores verticais e caixas de areia para o correto direcionamento da água da chuva.

Figura 10 - Vazamento de água do telhado

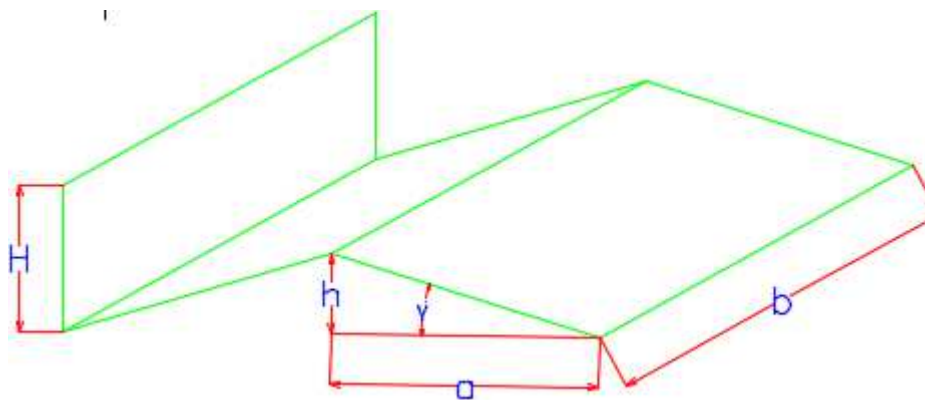


Fonte: Autora (2018)

- **ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO**

Para o cálculo da área de contribuição da cobertura será necessário dividir a cobertura em duas áreas. Faz-se isso devido à influência da área da platibanda em uma das águas, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Cálculo da área de contribuição para área plana inclinada



Fonte: Autora (2018)

O único projeto disponibilizado pela empresa é a planta baixa, deste modo não foram disponibilizados os valores de c , h , X e H e da inclinação γ da cobertura. Como alternativa, definiram-se a inclinação da cobertura e as dimensões por meio da seguinte foto (Figura 12).

Figura 12 - Inclinação da cobertura para cálculo da área de contribuição



Fonte: Autora (2018)

Para um resultado mais preciso, mediram-se as dimensões da foto (Figura 12) com o auxílio de uma régua em diferentes escalas e a partir de então se fez a média do arco tangente, arco seno e arco cosseno para descobrir a inclinação do telhado (Tabela 5).

$$\gamma = \sin^{-1} \frac{h'}{c'} \quad (5)$$

$$\gamma = \cos^{-1} \frac{a'}{c'} \quad (6)$$

$$\gamma = \tan^{-1} \frac{h'}{a'} \quad (7)$$

Tabela 5 - Cálculo da inclinação do telhado

	2a' (cm)	h' (cm)	c' (cm)	H' (cm)	X' (cm)	arc seno (°)	arc cos (°)	arc tg (°)	média (°)
1ª medição	15,4	0,75	7,8	2,1	5,7	5,5177	9,1845	5,5632	6,6746
2ª medição	19,8	0,9	10	2,7	6,5	5,1636	8,1096	5,1944	
3ª medição	28,8	1,5	14,6	3,9	11,1	5,8970	9,4945	5,9469	

Fonte: Autora (2018)

Deste modo, concluiu-se que a cobertura tem a seguinte inclinação.

$$\text{inclinação (\%)} = \tan \gamma \quad (8)$$

$$\tan 6,6746^\circ = 0,117 = 11,7\%$$

Sabendo o real valor de a' , medido com o software AutoCAD, é possível deduzir o valor de h com base na inclinação da cobertura.

$$a = 9,963 \text{ m}$$

$$\tan \gamma = \frac{h}{a} \quad (9)$$

$$h = a \times \tan \gamma \quad (10)$$

$$h = 9,963 \times \tan 6,6746^\circ = 1,17 \text{ m}$$

Para o cálculo da altura H , utiliza-se o Teorema de Tales da proporcionalidade, conforme indicado a seguir:

$$\frac{H}{H'} = \frac{a}{a'} = \frac{h}{h'} = \frac{c}{c'} \quad (11)$$

Utilizando os valores medidos na Tabela 5 e os valores reais medidos com auxílio do software AutoCAD, obtiveram-se as seguintes medidas (Tabela 6). Para uma melhor precisão, fez-se a média dos valores obtidos.

Tabela 6 - Cálculo de c , h , X e H

	h (cm)	c (cm)	H (cm)	X (cm)
1ª medição	97,0	1009,2	271,7	737,5
2ª medição	90,6	1293,9	349,4	841,0
3ª medição	103,8	1889,1	504,6	1436,2
MÉDIA	97,13	1397,4	375,2	1004,9

Fonte: Autora (2018)

Sendo assim, para melhor visualização, a Tabela 7 apresenta todas as dimensões medidas e calculadas.

Tabela 7 – Dimensões da cobertura

a (m)	9,96
b (m)	60,20
h (m)	0,97
c (m)	13,97
H (m)	3,75

X (m)	10,05
-------	-------

Fonte: Autora (2018)

Considerando A_1 a área de contribuição da água que não sofre contribuição da platibanda e A_2 a área com o acréscimo da platibanda, tem-se:

$$A_1 = \left(a + \frac{h}{2}\right) \times b \quad (12)$$

$$A_1 = \left(9,963 + \frac{0,97}{2}\right) \times 60,2 = 629 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \left(a + \frac{H - h}{2}\right) \times b \quad (13)$$

$$A_2 = \left(9,963 + \frac{3,75 - 0,97}{2}\right) \times 60,2 = 683,5 \text{ m}^2$$

• FATORES METEOROLÓGICOS

Adotaram-se os seguintes valores (Tabela 8) para o dimensionamento das calhas, conforme abordado no tópico 2.1.1.1.

Tabela 8 – Valores adotados para dimensionamento das calhas

Período de retorno (ano)	5
Duração de precipitação (min)	5
Intensidade pluviométrica (mm/h)	196

Fonte: Autora (2018)

• VAZÃO DE PROJETO

Substituindo os valores na Equação 2, tem-se:

$$Q_1 = \frac{196 \times 629}{60} = 2054,6 \text{ L/min}$$

$$Q_2 = \frac{196 \times 683,5}{60} = 2232,6 \text{ L/min}$$

Divide-se a vazão encontrada por dois, visto que a água coletada será destinada para as duas extremidades da cobertura e coletadas pelos condutores verticais.

$$Q_1 = \frac{2054,6}{2} = 1027,3 \text{ L/min}$$

$$Q_2 = \frac{2232,6}{2} = 1116,3 \text{ L/min}$$

• DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS

Como só uma água da cobertura tem influencia da platibanda, serão dimensionados dois tipos de calhas, calha de beiral e calha de platibanda. Para simplificar os cálculos, ambas serão de seção semicircular e de PVC ($n = 0,011$), deste modo, utiliza-se a mesma equação.

Adotaram-se calhas com inclinação de 2%, respeitando o mínimo de 0,5%, e considerou-se a lâmina de água a meia altura.

Substituindo os valores na fórmula de Manning-Strickler (Equação 3), tem-se:

$$\frac{1027,3}{60000} = \frac{1}{0,011} \times \frac{\pi \times D_1^2}{8} \times \left(\frac{D_1}{4}\right)^{2/3} \times \sqrt{0,02}$$

$$D_1 = 0,1676 \text{ m} = 168 \text{ mm}$$

$$D_{1 \text{ adotado}} = 200 \text{ mm}$$

$$\frac{1163,3}{60000} = \frac{1}{0,011} \times \frac{\pi \times D_2^2}{8} \times \left(\frac{D_2}{4}\right)^{2/3} \times \sqrt{0,02}$$

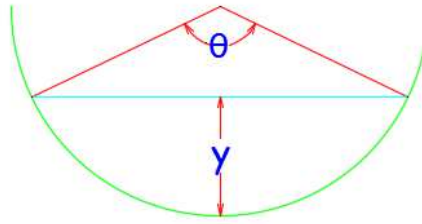
$$D_2 = 0,1756 \text{ m} = 176 \text{ mm}$$

$$D_{2 \text{ adotado}} = 200 \text{ mm}$$

• DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS

Como o diâmetro adotado é maior do que o calculado determina-se a nova altura da lâmina d'água (y) (Figura 13).

Figura 13 – Altura da lâmina d'água em calha semicircular



Fonte: Autora (2018)

Para o cálculo substituem-se as seguintes fórmulas na fórmula de Manning-Strickler (Equação 3).

$$S = \frac{D^2}{8} \times (\theta - \sin \theta) \quad (14)$$

$$Rh = \frac{D}{4} \left(\frac{\theta - \sin \theta}{\theta} \right) \quad (15)$$

$$Q = \frac{K \times \frac{D^2}{8} \times (\theta - \sin \theta) \times \sqrt[3]{\left(\frac{D}{4} \left(\frac{\theta - \sin \theta}{\theta} \right) \right)^2 \times \sqrt{i}}}{n} \quad (16)$$

Substituindo os valores e interpolando, tem-se:

$$1027,3 = \frac{60000 \times \frac{0,2^2}{8} \times (\theta_1 - \sin \theta_1) \times \sqrt[3]{\left(\frac{0,2}{4} \left(\frac{\theta_1 - \sin \theta_1}{\theta_1} \right) \right)^2 \times \sqrt{0,02}}}{0,011}$$

$$\theta_1 = 2,3303 \text{ rad}$$

$$1163,3 = \frac{60000 \times \frac{0,2^2}{8} \times (\theta_2 - \sin \theta_2) \times \sqrt[3]{\left(\frac{0,2}{4} \left(\frac{\theta_2 - \sin \theta_2}{\theta_2} \right) \right)^2 \times \sqrt{0,02}}}{0,011}$$

$$\theta_2 = 2,359 \text{ rad}$$

Para encontra a altura da lâmina d'água basta substituir os valores da seguinte equação:

$$\frac{y}{D} = \frac{1}{2} \times (1 - \cos(\theta/2)) \quad (17)$$

$$y_1 = 60,54 \text{ mm}$$

$$y_2 = 61,89 \text{ mm}$$

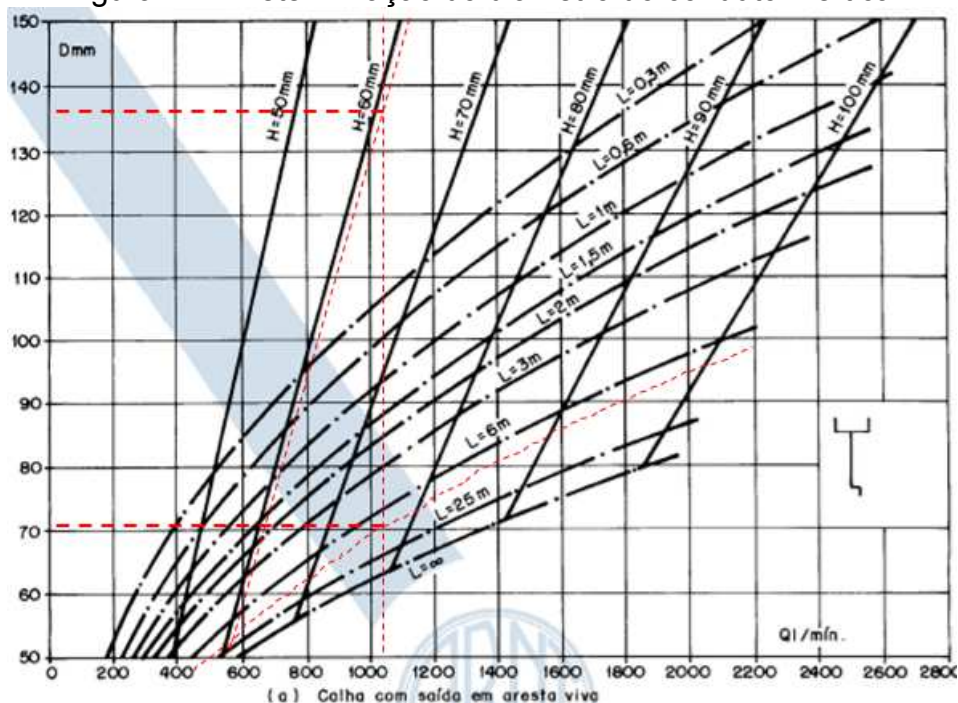
Como os valores encontrados das alturas das lâminas d'água foram próximos, adotar-se-á, para efeitos de cálculo, y igual a 61,89.

Altura do armazém (Tabela 7) = 10,05 metros

Com as vazões de 1063,3 L/min, lâmina d'água de 61,85mm e comprimento vertical do condutor de 10,05 m, determina-se o diâmetro do condutor vertical com o auxílio do ábaco (a) de calha com saída em aresta viva da ABNT NBR 10844:1989.

Basta levantar uma vertical por Q (vazão de projeto, em L/min) até interceptar as curvas de H (altura da lâmina de água na calha, em mm) e L (comprimento do condutor vertical, em m) correspondentes. No caso de não haver curvas dos valores de H e L , interpolar entre as curvas existentes. Transportar a interseção mais alta até o eixo D e adotar um diâmetro nominal interno superior ou igual ao valor encontrado no ábaco (Figura 14).

Figura 14 – Determinação do diâmetro do condutor vertical



Fonte: Autora (2018)

Deste modo, adotam-se quatro condutores verticais de PVC, sendo um em cada extremidade, com diâmetro nominal de 150 mm (Figura 15).

Figura 15 – Planta da cobertura do segundo galpão

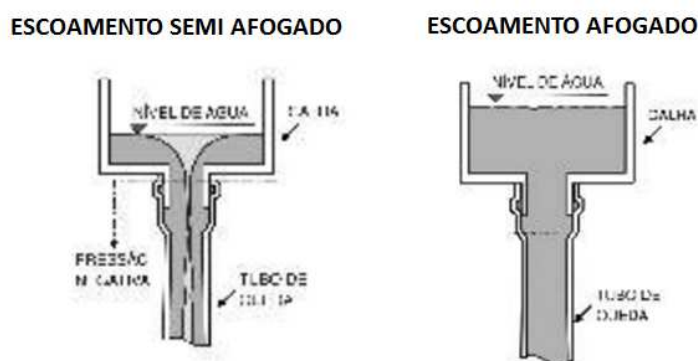


Fonte: Autora (2018)

Os condutores verticais são rugosos, com coeficiente de atrito (f) de 0,04 com dois desvios na base.

Como a tubulação tem um comprimento muito grande, é comum ocorrer fenômenos como pressões negativas em seu interior, podendo causar o rompimento da tubulação. Um dos motivos para o problema é quando a tubulação adotada tem diâmetro menor do que o necessário. Em casos de chuvas mais fortes, ocorre o acúmulo de água no interior das calhas e a entrada para o condutor vertical fica afogada. Assim, não passa ar junto com a água, gerando pressão negativa (Figura 18).

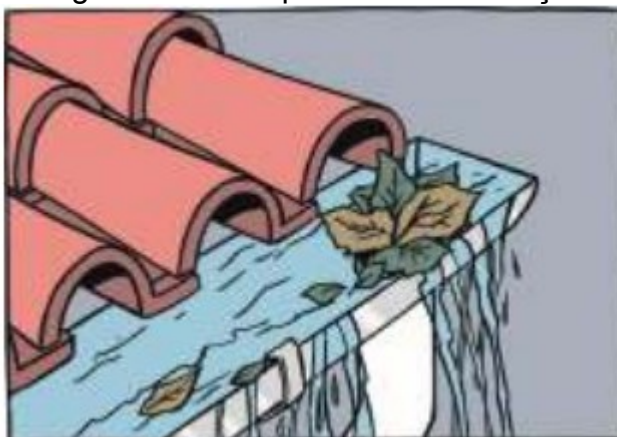
Figura 16 – escoamento afogado



Fonte: TIGRE (2017)

Além disso, outro fator que contribui para pressões negativas na tubulação é o entupimento da mesma ocasionada pelo acúmulo de folhas e outros materiais (Figura 17).

Figura 17 – Entupimento da tubulação



Fonte: TIGRE (2017)

Deste modo, recomenda-se que seja feita uma limpeza periódica no interior das calhas, sempre se atentando para não danificar as paredes da calha e suas vedações. Indica-se, também, a adoção de bocais (Figura 18) que evitam que sujeiras e folhas sejam encaminhadas através das tubulações de águas pluviais.

Figura 18 – Bocais para evitar entupimento



Fonte: TIGRE (2017)

3.3.2 ÁREAS NAS LATERAIS DESCOBERTAS

A entrada e saída dos produtos do galpão acontecem da seguinte maneira: do lado esquerdo é feito o descarregamento dos caminhões que chegam da fábrica e do lado direito faz-se o carregamento para a entrega nos pontos de venda.

Entretanto, não há marquises que protejam os caminhões da chuva, atrapalhando assim o carregamento e descarregamento de produtos.

A solução encontrada é que sejam feitas marquises nas laterais do galpão. Buscando realizar uma obra rápida, a proposta é adotar estruturas pré-moldadas a fim de atrapalhar o mínimo possível da logística da empresa.

A proposta é que sejam construídas duas marquises, com estruturas e fundações independentes do galpão, visto que o mesmo não tem estrutura suficiente para suportar o apoio de uma nova estrutura.

As marquises terão largura de 5 metros, 7,7 metros de altura e 19,93 metros de comprimento.

Assim, é necessário dimensionar as calhas e condutores verticais para as marquises.

• **ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO**

Para o cálculo da área de contribuição, adota-se a fórmula referente a duas superfícies planas verticais adjacentes e perpendiculares, conforme exemplificado na Figura 1 e ilustrado na Figura 19.

Figura 19 – Ilustração da área da marquise



Fonte: Autora (2018)

$$A = a \times b + \sqrt{(A_1)^2 + (A_2)^2} \quad (18)$$

Sendo:

a: Largura da marquise, medido pelo AutoCad 19,926 metros;

b: Comprimento da marquise, adotada 5 metros;

A_1 : Área retangular referente à platibanda da marquise do primeiro galpão;

A_2 : Área triangular referente à cobertura do segundo galpão.

Para o cálculo da A_1 considera-se a altura da platibanda da marquise do primeiro galpão igual a H. Assim, tem-se:

$$A_1 = H \times b \quad (19)$$

$$A_1 = 2,88 \times 5 = 14,4 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{a \times h}{2} \quad (20)$$

$$A_2 = \frac{19,926 \times 1,17}{2} = 11,6571 \text{ m}^2$$

Substituindo na Equação 18:

$$A = 19,926 \times 5 + \sqrt{(14,4)^2 + (11,6571)^2}$$

$$A = 118,16 \text{ m}^2$$

Divide-se a área em dois, visto que a água será encaminhada para dois condutores verticais localizados nas extremidades.

$$A = \frac{118,16}{2} = 59,08 \text{ m}^2$$

- **FATORES METEOROLÓGICOS**

Adotar-se-á os mesmos valores presentes na Tabela 8.

- **VAZÃO DE PROJETO**

Substituindo os valores na Equação 2, tem-se:

$$Q = \frac{196 \times 59,08}{60} = 193 \text{ L/min}$$

- **DIMENSIONAMENTO DAS CALHAS**

Será adotada calha de platibanda com seção semicircular e de PVC (n = 0,011).

Adotaram-se calhas com inclinação de 0,5% e considerou-se a lâmina de água a meia altura.

Substituindo os valores na fórmula de Manning-Strickler (Equação 3), tem-se:

$$\frac{193}{60000} = \frac{1}{0,011} \times \frac{\pi \times D^2}{8} \times \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \times \sqrt{0,005}$$

$$D = 0,116 \text{ m} = 116 \text{ mm}$$

$$D_{\text{adotado}} = 150 \text{ mm}$$

• DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES VERTICAIS

Primeiramente determina-se a nova altura da lâmina d'água (y) substituindo e interpolando os valores na Equação 16.

$$193 = \frac{60000 \times \frac{0,125^2}{8} \times (\theta - \sin \theta) \times \sqrt[3]{\left(\frac{0,125}{4} \left(\frac{\theta - \sin \theta}{\theta}\right)\right)^2} \times \sqrt{0,005}}{0,011}$$

$$\theta = 2,062 \text{ rad}$$

Para encontra a altura da lâmina d'água basta substituir os valores na Equação 17.

$$y = 30,38 \text{ mm}$$

Com a vazão de 193 L/min, lâmina d'água 30,38 mm e comprimento vertical do condutor de 7,7 m, determinar-se-ia o diâmetro do condutor vertical com o auxílio do ábaco (a) de calha com saída em aresta viva da ABNT NBR 10844:1989. Porém, como a vazão é muito pequena e não intercepta nada no ábaco, adota-se o diâmetro de 100 mm.

Os condutores verticais são rugosos com coeficiente de atrito (f) de 0,04 (material PVC) e com dois desvios na base.

3.3.3 TRANSBORDAMENTO DA CAIXA D'ÁGUA PLUVIAL

A tubulação que liga a caixa coletora de água pluvial à rede pública está estúpida devido ao lixo advindo das tubulações, causando o transbordamento da

caixa d'água pluvial (Figura 20). Deste modo, a água excedente está invadindo e transbordando a fossa séptica que fica ao lado.

Ambas as caixas ficam na entrada do CDD, ocasionando um mal cheiro e desconforto para todos os funcionários e terceiros que frequentam o local.

Figura 20 – Transbordamento da caixa de água pluvial



Fonte: Autora (2018)

O motivo para o transbordamento é uma rede de drenagem que não recebe manutenção periódica. Sendo assim, é necessário que a empresa adote uma prática de limpeza das tubulações, bocas de lobo e poços de visita visando evitar este problema.

3.3.4 ALAGAMENTO DO GALPÃO

O segundo galpão foi construído para suportar a alta demanda de produtos que precisavam ser estocados no centro de distribuição. Devido a grande necessidade de um novo galpão, optou-se por um método construtivo rápido. Assim, adotaram-se elementos pré-moldados de estrutura metálica.

Acredita-se que devido à urgência da construção, não se levou em consideração o escoamento superficial de água da chuva que poderia entrar no

galpão. Deste modo, diferente do primeiro galpão, o segundo galpão foi construído no mesmo nível do terreno, possibilitando a entrada da água pluvial.

Uma solução para o escoamento superficial comprometido será o dimensionamento das sarjetas e galerias do centro de distribuição e instalação de grelhas e canaletas, buscando fazer o correto direcionamento da água.

3.3.4.1 ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

Com o auxílio do software Google Earth foi possível analisar as cotas do terreno e, conseqüentemente, o destino da água pluvial. Sendo assim, o terreno foi dividido em áreas de contribuições, de modo que toda a água que incida em determinada área seja direcionada a um dispositivo de drenagem estabelecido.

As áreas foram divididas em duas categorias. Em roxo e cinza estão representadas as áreas de coberturas e amarelo e rosa as demais áreas (ANEXO A).

3.3.4.2 INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA

Para as áreas de cobertura, adota-se a intensidade pluviométrica, já calculada, de 196 mm/min.

As outras áreas de contribuição, como não são coberturas, exigem um novo cálculo da intensidade pluviométrica. Considerando o período de retorno de 15 anos e duração da chuva de 5 minutos, conforme prescrito na ABNT NBR 10844:1989, e substituindo na equação de intensidade-duração-frequência, tem-se:

$$i = \frac{35,576 \times (15)^{0,179}}{(5 + 16,0)^{0,876}} = 4,0125 \text{ mm/min}$$

$$i = 240,75 \text{ mm/h}$$

3.3.4.3 VAZÃO DE CONTRIBUIÇÃO DE CADA TRECHO

Sabendo a área de contribuição e a intensidade pluviométrica basta substituir os valores na equação da vazão (Equação 2) para obter a vazão de contribuição de cada área.

Com posse das cotas altimétricas calcula-se a inclinação de cada trecho conforme a Equação 21.

$$i \text{ (m/m)} = \frac{\text{cota montante} - \text{cota jusante}}{\text{comprimento da tubulação}} \quad (21)$$

Sendo assim, substitui-se a vazão e a inclinação de cada trecho na equação de Manning-Strickler (Equação 3) para descobrir o diâmetro a ser adotado nas tubulações que ligam as bocas de lobo (BL) aos poços de visita (PV) (Tabela 9) e as caixas de areia (CA) às caixas de passagem (CP) (Tabela 10). Adotou-se o coeficiente de rugosidade do material igual a 0,011 referente ao tubo de PVC.

$$Q = 60000 \times \frac{1}{0,011} \times \frac{\pi \times D^2}{8} \times \left(\frac{D}{4}\right)^{2/3} \times \sqrt{i}$$

Tabela 9 – Diâmetro das tubulações de PVC que ligam as bocas de lobo aos poços de visitas

Área	Trecho		Cota		Comprimento (m)	I (m/m)	Ad (m²)	Q (L/min)	D (mm)	D adotado (mm)
	Montante	Jusante	Montante	Jusante						
A1	BL1	PV1	858,8	858,7	1,00	0,10	1066,6	4279,73	212	250
A2	BL7	PV9	858,9	858,8	1,00	0,10	1066,6	4279,73	212	250
A3	BL2	PV2	857,9	857,8	1,00	0,10	1066,6	4279,73	212	250
A4	BL8	PV10	858,8	858,7	1,00	0,10	1066,6	4279,73	212	250
A5	BL3	PV3	857,8	857,7	1,00	0,10	1066,6	4279,73	212	250
A6	BL9	PV11	857,9	857,8	1,00	0,10	1066,6	4279,73	212	250
A7	BL4	PV4	857,7	857,6	1,00	0,10	1066,6	4279,73	212	250
A8	BL10	PV12	857,8	857,7	1,00	0,10	1066,6	4279,73	212	250
A9	BL5	PV5	857,6	857,5	0,85	0,12	652,2	2616,95	171	200
A10	BL11	PV13	857,7	857,6	0,86	0,12	700,8	2811,96	176	200
A11	BL6	PV8	855,1	854,4	8,70	0,08	785,82	3153,10	197	200
A12	BL13	PV17	855,4	855,3	9,80	0,01	1446,6	5804,48	364	400
A13	BL12	PV16	855,7	855,4	25,39	0,01	390,4	1566,48	217	250
A14	BL14	PV18	855	854,8	5,70	0,04	919,5	3689,49	244	250

Fonte: Autora (2018)

Tabela 10 - Diâmetro das tubulações de PVC que ligam as caixas de areia às caixas de passagem e poços de visita

Área	Trecho		Cota		Comprimento (m)	I (m/m)	A (m²)	Q (L/min)	D (mm)	D adotado (mm)
	Montante	Jusante	Montante	Jusante						
A15	CA1	-	-	-	-	-	384,58	1256,30	-	-
A16	CA4	-	-	-	-	-	384,58	1256,30	-	-
A17	CA2	-	-	-	-	-	384,58	1256,30	-	-
A18	CA5	-	-	-	-	-	384,58	1256,30	-	-
A19	CA2	-	-	-	-	-	912,34	2980,32	-	-
A20	CA5	-	-	-	-	-	912,34	2980,32	-	-
A21	CA3	-	-	-	-	-	912,34	2980,32	-	-
A22	CA6	-	-	-	-	-	912,34	2980,32	-	-
A23	CA9	CP6	855,4	854,5	7,7	0,12	256,56	838,11	112	200
A24	CA8	CP5	855,2	855	7,7	0,03	256,56	838,11	148	200
A25	CA7	CP4	856,3	855,2	7,7	0,14	256,56	838,11	107	200
A26	CA10	CP1	857,6	857,3	7,4	0,04	217,28	709,77	128	200
A27	CA11	CP2	856,9	856,8	7,3	0,01	217,28	709,77	157	200
A28	CA12	CP3	856,8	856,7	7,5	0,01	217,28	709,77	157	200
A29	CA13	PV16	856,6	855,5	9,2	0,12	217,28	709,77	104	150

Fonte: Autora (2018)

Como forma de prevenir e evitar a entrada de água nos armazéns optou-se pela instalação de uma canaleta aos fundos do segundo armazém e de grelhas nas suas laterais.

- Canaleta: como o estacionamento de caminhões tem uma grande área, é possível que nem toda água escoe para as sarjetas laterais. Deste modo, como forma de prevenir, optou-se pela instalação de uma canaleta que redirecionará a água coletada para uma caixa de areia e posteriormente para as grelhas laterais. Exclusivamente neste caso, a área A30, não será medida com o software AutoCad, será adotado um valor de 1200 m², determinada pela projetista, para considerar a água que poderá vir do estacionamento (Tabela 11).

Tabela 11 – Diâmetro das tubulações de PVC que ligam a canaleta às caixas de areia

Áreas	Trecho		Trecho		Comprimento (m)	I (m/m)	A (m²)	Q (L/min)	D (mm)	D adotado (mm)
	Montante	Jusante	Montante	Jusante						
A30	CA15	CA4	857,6	857,5	1,3	0,08	600	1960,00	166	250
	CA14	CA2	857,6	857,5	1,3	0,08	600	1960,00	166	250

Fonte: Autora (2018)

- Grelhas nas laterais: irão receber a vazão das coberturas e da canaleta e serão direcionadas para os poços de visitas (Tabela 12).

Tabela 12 – Diâmetro das tubulações de PVC que liga as grelhas laterais aos poços de visita

Áreas	Trecho		Trecho		Comprimento (m)	I (m/m)	A (m²)	Q (L/min)	D (mm)	D adotado (mm)
	Montante	Jusante	Montante	Jusante						
A30/2, A15, A17, A19 e A21	CA3	PV7	855,6	855,5	8,7	0,01	3193,85	10433,23	444	500
A30/2, A16, A18, A20 e A22	CA6	PV15	856,7	856,6	12,9	0,01	3193,85	10433,23	478	500

Fonte: Autora (2018)

Por fim, com posse de todas as vazões dimensionou-se a galeria utilizando a equação de Manning-Strickler (Equação 3). Neste caso utilizou-se o coeficiente de rugosidade do material igual a 0,013 referente ao concreto não alisado.

Tabela 13 - Diâmetro das tubulações de concreto não alisado da galeria

Trecho		Cotas		Comprimento (m)	I (m/m)	Q (L/s)	D (mm)	D adotado (mm)
Montante	Jusante	Montante	Jusante					
PV1	PV2	858,7	857,8	16,2	0,06	4279,73	251,7	300
PV2	PV3	857,8	857,7	16,2	0,01	8559,47	492,7	500
PV3	PV4	857,7	857,6	16,2	0,01	12839,20	573,7	600
PV4	PV5	857,6	857,5	12,2	0,01	17118,93	605,9	700
PV5	PV6	857,5	857,4	14,2	0,01	19735,88	657,6	700
PV6	PV7	857,4	855,5	67	0,03	19735,88	506,4	700
PV7	PV8	855,5	854,4	20,6	0,05	30169,11	527,3	700
PV9	PV10	858,8	858,7	16,2	0,01	4279,73	380,0	400
PV10	PV11	858,7	857,8	16,2	0,06	8559,47	326,4	400
PV11	PV12	857,8	857,7	16,2	0,01	12839,20	573,7	600
PV12	PV13	857,7	857,6	11,8	0,01	17118,93	602,1	600
PV13	PV14	857,6	857,4	23,4	0,01	19930,89	636,5	700
PV14	CP1	857,4	857,3	14,8	0,01	19930,89	665,1	700
CP1	CP2	857,3	856,8	23,8	0,02	20640,66	544,8	700
CP2	CP3	856,8	856,7	14,6	0,01	21350,42	680,8	700
CP3	PV15	856,7	856,6	8,9	0,01	22060,19	628,1	700
PV15	PV16	856,6	855,4	17,4	0,07	32493,41	516,8	700
PV16	PV17	855,4	855,3	8,9	0,01	34769,66	744,9	800
PV17	CP4	855,3	855,2	5,5	0,02	40574,14	721,2	800
CP4	CP5	855,2	855	28,8	0,01	41412,25	870,5	900
CP5	PV18	855	854,8	23	0,01	42250,35	840,9	900
PV18	CP6	854,8	854,5	53,8	0,01	45939,85	943,1	1000
CP6	PV8	854,5	854,4	8,8	0,01	46777,95	830,8	1000
PV8	CAIXA	854,4	854,3	4,3	0,02	80100,17	888,8	1000

Fonte: Autora (2018)

A tubulação que redireciona toda a água pluvial do galpão até a caixa d'água tem um diâmetro de 1000 mm, deste modo, a adutora que ligará a caixa d'água à rede pública deverá ter diâmetro igual ou superior, evitando assim transbordamentos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou a análise de um centro de distribuição direta de bebidas que sofria com alagamentos em períodos de chuva. A escolha por esse tema se dá pela importância de proporcionar um ambiente de trabalho em bom estado para os colaboradores, além de evitar a perda de possíveis produtos que poderiam ser danificados devido ao alagamento.

A principal função do engenheiro civil é atender às funções básicas visando o bem estar da comunidade em geral, e este trabalho é um exemplo disto.

Conforme o projeto foi se desenvolvendo, houve dificuldades ao acessar certos dados essenciais para os cálculos do dimensionamento, nesses momentos foi necessário ter um olhar crítico e buscar toda experiência vivida nas salas de aula e em visitas de campo, para adotar valores e considerações que fizessem sentido no projeto em análise.

Devido à inexistência do projeto hidráulico em planta, optou-se pela realização de um novo projeto de drenagem pluvial. Sendo assim, levou-se em consideração problemas vistos no local como o alagamento do segundo galpão, escoamento de água no telhado, áreas de carregamento e descarregamento de caminhões desprotegidas da chuva e caixa coletora de água pluvial com vazamento para realizar um projeto que sanasse tais problemas.

Sem a execução do projeto criado é incerto afirmar que todos os problemas serão resolvidos, visto que, como na maioria das obras realizadas, sempre há alterações no projeto inicial ocasionado por possível imprevisto vividos em obra. Entretanto, acredita-se que o projeto desenvolvido garante a condução correta da água pluvial até um local permitido e adequado, solucionando os problemas mencionados.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 10844, **Instalações Prediais de Água Pluvial**. Rio de Janeiro, 1989.

CEHOP – COMPANHIA ESTADUAL DE HABILITAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS. **Governo do Estado de Sergipe, Competência e Trabalho**. Disponível em: <<http://187.17.2.135/orse/esp/ES00286.pdf>>. Acesso em: 01/07/2018.

FRANCISCHET, M. M. Análise da Influência dos Reservatórios de Detenção Domiciliar no Escoamento Superficial Urbano. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L. H. **Sistemas Prediais de Águas Pluviais**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1998.

GHISI, E.; GUGEL, E.C. **Instalações Prediais de Águas Pluviais**. Florianópolis: UFSC, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística do século XX**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/29092003estatisticasecxxhtml.shtml>>. Acesso em: 01/12/2017.

NAKAMURA, J. **Como planejar o posicionamento das bocas de lobo em vias públicas**. Disponível em: <infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/2-bocas-de-lobo-como-planejar-o-posicionamento-das-239376-1.aspx>. Acesso em: 02/12/2017

PRESSERV. **Engenharia**. Disponível em: <<http://presservengenharia.com.br/servicos/guias-sarjetas-sarjetoes/>>. Acesso em: 01/07/2018.

TIGRE. **Catálogo Técnico, Águas Pluviais e Drenagem**. Disponível em: <http://www.cfg.com.br/up_catalogos/catalogo_predial_aguaspluviais_e_drenagem.pdf>. Acesso em: 01/12/2017

