

Avaliação do sistema de drenagem superficial do bloco beta do prédio do ITPAC Porto

O presente trabalho analisa o atual sistema de drenagem superficial predial do bloco beta do edifício da Faculdade Presidente Antônio Carlos, verificando fatores meteorológicos da região, áreas de contribuição do prédio, dentre outros para realizar um estudo de caso de todo conjunto de drenagem que engloba calhas, condutores verticais e horizontais, e fazendo um comparativo com um novo projeto que viabiliza um melhor sistema. No novo projeto foi coletado os dados do bloco, realizando medições da largura, comprimento e inclinação do edifício, para se obter a vazão de projeto. Também foram medidos os coletores verticais e calhas, verificando-se para onde eram conduzidas as águas precipitadas, a fim de apontar um acúmulo de água do lado da edificação. Para a elaboração do Projeto foi utilizado à norma de instalações prediais de águas pluviais que é a norma Brasileira de regulamentação NBR (10844). Realizado todas as medições, o novo projeto foi comparado com o atual sistema e apontado algumas diferenças entre os mesmos. Os resultados apresentados, mostraram alguns pontos que pode se propor melhorias, a fim de evitar algum dano.

Palavras-chave: Drenagem superficial predial; NBR10844; Desempenho.

Evaluation of ITPAC Porto building beta block surface drainage system

The present work analyzes the current building surface drainage system of the building block of the President Antonio Carlos College, verifying meteorological factors of the region, building contribution areas, among others to carry out a case study of the whole drainage set that encompasses rails, vertical and horizontal conductors, and making a comparison with a new project that makes a better system possible. In the new project, data from the block was collected, making measurements of the width, length and inclination of the building to obtain the project flow. The vertical collectors and gutters were also measured, verifying where the precipitated waters were carried, in order to point out a water accumulation on the side of the building. For the elaboration of the Project it was used to the standard of rainwater building installations that is the Brazilian norm of regulation NBR (10844). Performing all measurements, the new project was compared with the current system and pointed out some differences between them. The results presented, showed some points that improvements can be proposed in order to avoid any damage.

Keywords: Building surface drainage; NBR10844; Performance.

Topic: **Engenharia Civil**

Received: **12/08/2019**

Approved: **22/11/2019**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Jorge Antonio Dias Xavier

Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0374430624339415>
jorgediasxavier@hotmail.com

Eduardo Gouveia Santiago Lage 

Faculdade da Terra de Brasília, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4344949197847151>
<http://orcid.org/0000-0003-0011-2451>
eduardogs Lage@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2318-3055.2019.003.0004

Referencing this:

XAVIER, J. A. D.; LAGE, E. G. S.. Avaliação do sistema de drenagem superficial do bloco beta do prédio do ITPAC Porto. **Engineering Sciences**, v.7, n.3, p.44-52, 2019. DOI:
<http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2019.003.0004>

INTRODUÇÃO

Na engenharia civil, muitas inovações foram surgindo com o avanço da tecnologia, é possível notar as variadas possibilidades e meios construtivos de viabilizar a obra. A confecção de calhas e condutores tem como objetivo de coletar a água da chuva que cai sobre o telhado, e o mesmo estando bem dimensionado e em bom estado, tem se a finalidade de evitar diversas patologias provenientes das águas, como por exemplo, infiltrações e o desgaste da pintura da parede devido à queda da água lixiviando todo material da alvenaria, diminuindo assim o seu tempo de vida útil, e também o perecimento dos beirais.

São dois tipos de calhas utilizadas no projeto, a de platibanda e a de beiral, sendo que a sua vazão irá depender de variados fatores como, por exemplo, Área útil, tipo de material, inclinação da cobertura, dentre outros meios imprescindíveis para o dimensionamento do projeto. É indispensável que esse sistema esteja limpo e desobstruído para o bom funcionamento, visto que ficam expostos a intempéries, e ao sol, ocorrendo o desgaste do material. Caso esteja obstruído, sua capacidade de vazão diminuirá, evitando que a água escoe com sua capacidade máxima.

São fixados na norma NBR (10844) critérios utilizados na confecção de projetos de drenagem superficial que garantem a boa funcionalidade, trazendo assim higiene e conforto. Ainda de acordo a NBR (10844) o sistema engloba calhas, condutores, calhas piso, caixas de areia e caixas de passagem que são responsáveis da coleta das águas precipitadas, com o objetivo de conduzirem até rede de drenagem, ou local adequado como área de jardinagem.

Com isso, esse trabalho tem a finalidade de ressaltar a importância da utilização correta da drenagem superficial predial, com enfoque no passo a passo, do dimensionamento de calhas e condutores e a verificação do sistema no bloco beta do prédio do ITPAC Porto, e propor melhorias para correção de um determinado ponto e evitar possíveis patologias.

REVISÃO TEÓRICA

Ciclos hidrológicos da chuva no estado do Tocantins

Segundo Costa et al. (2012) um estudo durante três décadas entre o período que ainda se conhecia como Goiás, até o atual estado do Tocantins, verificou-se a época chuvosa que tem início no mês de outubro e finalizando em Abril, em contrapartida o período da estiagem tendo início em Maio e finalizando em Setembro.

Segundo a proposição de Gausson et al. (1953) para o estudo apresentado ao longo dos 30 anos (1977-2006), por possuírem valores iguais ou inferiores a 50 mm de precipitação, para a época em estudo estão no ápice de transição entre período chuvoso e estiagem. Entre os meses seis, sete e oito, devido à média ser inferior a 10 mm para o dado estudo dos 30 anos, é chamado de meses secos.

Escoamento superficial

De acordo com a United States Geological Survey – USGS, a meteorologia é dada através de tempo

e quantidade de águas pluviais, volume das águas precipitadas sobre determinada área drenada e clima. Se tratando de métodos físicos de bacias de drenagem, para fins acadêmicos são analisados o formato da bacia hidrográfica, a cota e declive, o tipo de rede de drenagem, lagoas e lagos. São analisados fatores que afetam a meteorologia da perda de água causada pela evaporação do solo e transpiração das plantas.

Precipitações

A queda de água das nuvens em regiões equatoriais podem causar grandes problemas como inundações em pequenas bacias de drenagem, devido esse tipo de região geralmente possuem grandes volumes de precipitação em pequeno espaço de tempo, em pequenas áreas, causando assim danos. Da se o nome de Orográficas as águas precipitadas com tempo elevado, porém com menos energia, isso acontece quando ventos húmidos e mais quentes chegam e com pouco tempo perdem o seu calor.

Da se o nome de ciclônicas e Frontais as chuvas que são opostas das Orográficas, que possuem uma intensidade maior e com maior tempo, podendo vir com ventos fortes, podendo causar problemas nas bacias devido a cheias. A intensidade e o volume das águas das chuvas durante o ano é imprescindível para o planejamento de construções em determinado local, visto que são utilizados dados para analisar se é viável a ocupação daquela área.

METODOLOGIA

Descrições do edifício

O objeto de estudo, corresponde a um edifício localizado na cidade de Porto Nacional, a estrutura conta com um pavimento térreo com estrutura de 3m, resultando em uma edificação de 5.5 metros de altura, 92,75 metros de comprimento e 17,5 metros de largura, contendo 21 salas, sendo 18 de aula e outras três que são a do DCE, áudio visual e liga, e quatro banheiros ao longo do edifício. Na figura 1 é apresentada a metade da planta do edifício já que o outro lado é simétrico.

As análises que serão realizadas neste trabalho, contribuirão para realizar o comparativo do atual modelo de drenagem superficial, com o do novo projeto, com o intuito de propor reparos em um determinado local que aponta um problema no sistema de drenagem superficial, averiguando desde a parte superior de calhas/condutores, até a parte inferior de infiltração ou o transporte da água para o local adequado, o problema de acúmulo de água é notado na Figura a 2.

Apesar de contar com um piso drenante de bloco Inter travado, é notório o acúmulo de água nos acentos de concreto. Para propor uma solução, o estudo realizado, contará com o levantamento dos dados do telhado, para então fazer o dimensionamento das calhas e condutores, e apontar o destino ideal para águas pluviais.

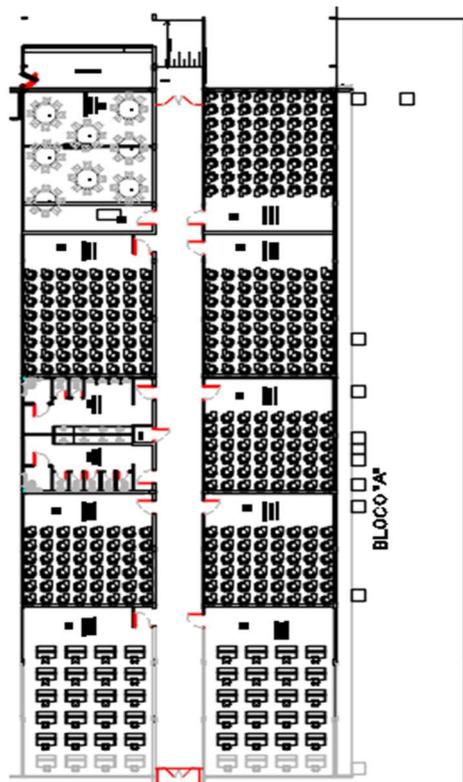


Figura 1: planta do edifício.



Figura 2: Área alagada.

Levantamento Dos Dados Do Telhado

Nesta edificação, tem-se um telhado de zinco com duas águas, onde foram feitas medições utilizando trenas, também foi medido a altura da platibanda do bloco. Dado as medições de largura altura e comprimento, através da NBR (10844), calcula-se a área de contribuição do telhado através da figura 3. Através do site do INMET (instituto meteorológico), obtêm-se a intensidade pluviométrica da região, que é aproximadamente 215, com isso, tem-se a fórmula da Vazão de projeto, onde:

$$Q = I \times A / 60$$

Q = Vazão de projeto
 I = intensidade pluviométrica
 A = Área de contribuição

De acordo com as Figuras 4 temos a vista superior do telhado de duas águas da edificação.

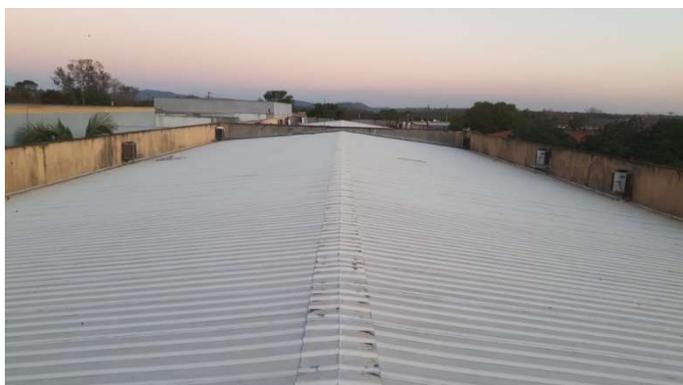


Figura 3: Área de contribuição.

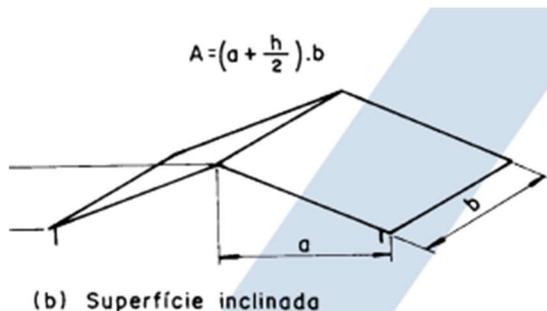


Figura 4: Cobertura de zinco do Bloco Beta.

Dimensionamentos da calha

Através da fórmula de Manning-Strickler é feito o dimensionamento da calha, ou por fórmula

semelhante. Onde:

$$Q = K \cdot \frac{S}{N} \cdot R \cdot H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Q= vazão de projeto, em L/min.
 S= Área da seção molhada, em m².
 N=coeficiente de rugosidade (tabela)
 R= raio hidráulico, em m.
 PH=P/S perímetro molhado, em m.
 I= declividade da calha, em m/m.
 K= 60.000

Foi adotado o número 'N' igual a 0,011 que é o coeficiente de rugosidade do aço galvanizado, foram inseridos no Excel, os dados de comprimento, largura inclinação, e intensidade pluviométrica, calculando-se assim, a vazão de projeto, Área molhada, perímetro molhado e raio hidráulico segundo a NBR (10844). Como mostrado no Quadro 1.

Quadro 1: Dados do projeto.

Entrada de Dados	
Comprimento - C1 (m):	9,28
Largura - L1 (m):	8,77
Inclinação - INC (%):	15
Local (selecione):	Porto Nacional/TO
Pé direito da obra (m):	3

O cálculo já está considerando 25% da intensidade pluviométrica como medida de segurança; Intensidade pluviométrica (mm/h): 211 conforme a tabela 5 da NBR 10844/19889 com período de retorno de 25 anos.

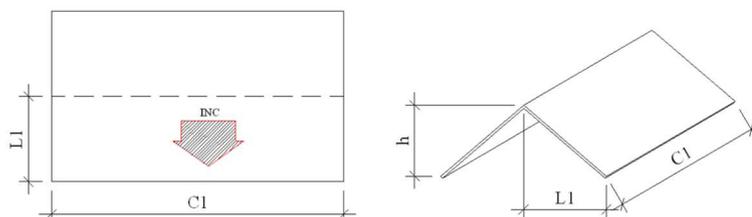


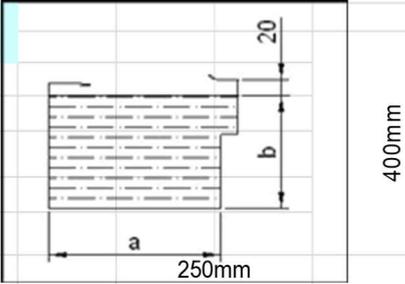
Figura 5: Cálculo.

Q = Vazão de Projeto, em L/min: 384,589.
 I = intensidade pluviométrica, em mm/h: 263,75.
 A = Área de contribuição, em m²: 87,4895.

Para o cálculo, foi subdividido todo o comprimento do telhado de 92,8 metros em 10 partes iguais, onde cada parte terá um tubo de queda. Para esse tipo de telha de zinco, é usado uma inclinação de 15%, o mesmo também conta com uma largura de sua superfície inclinada (L1) de 8,75 Metros, com isso obteve-se os seguintes dados conforme o quadro 2.

Quadro 2: Dados do projeto.

Dimensionamento da Calha - NBR 10844/1989 ITEM 5.5.7	
Nome da Calha Padrão:	PERSONALIZADA a= 250mm
Inclinação da Calha %:	0,50% b= 400mm
Área molhada - S (m ²)	$S = a.b$ $S = 0,097$ $S = 0,25 \times (0,4 + 0,3768/2)$
Perímetro Molhado - P (m)	$S = a + 2b$ $P = 1,027$ $P = 0,25 + (2 \times (0,4 + 0,3768/2))$
Raio Hidráulico - R (m)	$R = \frac{a.b}{a + 2.b}$ $R = 0,095$ $R = \frac{0,25 \times (0,4 + 0,3768/1000)}{0,25 + (2 \times (0,4 + 0,3768/2))}$
Vazão de Projeto	$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$ $Q = 7773,532$
Meanning-Strickler - Q (l/min)	$Q = 60.000 \times 8,83 \times 0,208 \times 0,071$
I = Declividade da Calha em m/m R = Raio Hidráulico, em m (Conforme NBR 10844/1989 - Tabela 2) S = Área da seção molhada, em m ² n = Coeficiente de Rugosidade K = 60.000 (Conforme NBR 10844/1989 - item 5.5.7)	



Obs.: A figura acima representa a altura da lâmina d'água considerando uma folga até o topo de 20mm.

Dimensionamentos dos condutores

Para o cálculo dos dutos de decida, foram utilizadas as fórmulas do livro de instalações hidráulicas prediais e industriais, 3ª edição tabela 3.2 condutores de águas pluviais na página 287. Também inseridos os dados no Excel, segundo o quadro 3.

Quadro 3: Dados do projeto.

Dados			
Área de Contribuição - A (m ²)	87,48952	m ²	O diâmetro do condutor é calculado pela
Área do Condutor - AC (cm ²)	43,74476	cm ²	Formula abaixo, conforme consideração.
Diâmetro calculado - DC	74,63	mm	Norte-americana: para cada metro quadrado
Diâmetro Padrão:	100,00	mm	Deve ser considerado 0,5 centímetros quadrado
			de área de condutor.

$$DC = \frac{\sqrt{2.A}}{\pi} \cdot 10$$

$$DC = \frac{\sqrt{2.87,5}}{\pi} \cdot 10$$

Resultados do Dimensionamento de Calhas e Condutores

Com todos os cálculos realizados, tem se um resumo dos dimensionamentos do projeto com base no Quadro 4.

Quadro 4: Dados do projeto.

Resumo do Cálculo de Calhas:	
1- Calha:	
1.1- Código:	PERSONALIZADA
1.2- Tipo:	FORA DO PADRÃO
1.3- Base:	250mm
1.4- Altura Máxima (parte reta):	420mm
1.5- Altura Mínima:	397mm
1.6- Altura Média considerada para o cálculo:	398mm
1.7- Folga entre Lamina d'água até o topo da calha:	20mm
1.8- Material:	AÇO GALVANIZADO

1.9- Inclinação:	0,50%
1.10- Comprimento da área de contribuição - C1:	9,280m
1.11- Lateral da área de contribuição - L1:	8,770m
1.12- Vazão da área de contribuição:	384,59 l/min
1.13- Vazão da calha:	Q = 7773,532

Resultado do dimensionamento de condutores

Segue o Quadro 5 dos resultados dos condutores através dos resultados obtidos a seguir.

Quadro 5: Dados do projeto.

2- Conductor:	
2.2- Comprimento:	3,000m
2.3- Diâmetro:	100mm
3.2- Material:	AÇO GALVANIZADO
3.3- Diâmetro:	100mm
3.4- Padrão:	SIM

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos do projeto de dimensionamento do sistema de drenagem superficial predial da edificação, foi feito o comparativo com o atual sistema, fazendo a verificação através de medições da estrutura, tipo do telhado e também dos modelos de calhas e condutores do projeto.

Tipos de calhas

Para o mesmo telhado de zinco com uma platibanda de 2.20 metros, foi utilizada uma calha retangular de 35 cm de largura, e aproximadamente 32 cm de altura, durante todo o comprimento do edifício (Conferir Figura 6). De acordo com o dado exposto anteriormente do atual modelo de calhas e condutores, tem se uma ínfima diferença da proposta do projeto, nas dimensões de base e altura, a da concepção do mesmo, conta com altura de 39 cm, e sua base de 25 cm.



Figura 6: Calha da Edificação.

Condutores Verticais

De acordo com Rofim (2019), os condutores verticais é a tubulação de descida que faz o percurso da água até a tubulação subterrânea ou local adequado. Podendo ela ser de vários materiais como ferro fundido, fibrocimento, PVC, aço galvanizado, cobre, alumínio, dentre outros. Ao longo de todo o comprimento do

prédio, tem um número significativo na redução dos condutores verticais, visto que com 10 unidades de condutores de 100 mm atenderiam a demanda de chuva da região no seu período mais chuvoso, o atual sistema conta com 17 condutores de 100 mm de PVC do lado Oeste da edificação, com variação de espaçamento, mas com umas que se repetem com aproximadamente 4m de distância conforme a figura 7



Figura 7: Condutores Verticais.

Condutores Verticais do Lado Leste

Por ser um prédio simétrico, o lado leste tem o mesmo número de quedas do lado oeste, entretanto, o lado oeste, conta com condutores verticais que são conduzidos ao subsolo. Por possuir uma área de jardim do lado leste, o sistema não conta com coletores verticais, tendo apenas a calha e o bocal, permitindo que as águas pluviais caiam diretamente no solo, de acordo com a figura 8 a seguir.



Figura 8: Bocal da calha.

CONCLUSÕES

As análises relatadas neste trabalho, contribuíram para fazer o comparativo do atual modelo de drenagem superficial, com o do novo projeto, com algumas diferenças desde o modelo de calhas, até a quantidade de condutores verticais utilizados. Com alguns coletores a menos que o atual modelo, o do projeto também atende à demanda do edifício. A priori, foi realizado o estudo para averiguar a água que ficava empocada do lado leste do bloco beta, por tanto seria necessário realizar um estudo da drenagem

superficial predial. Com uma boa inclinação a água das chuvas não tinha para onde percorrer, e se alojava, alagando um pedaço das mesas e cadeiras de concreto. Com o estudo realizado notou-se que o atual modelo de drenagem superficial não apresenta problemas nas calhas e coletores verticais, entretanto, do lado de fora do edifício, a água pluvial estava se acumulando, pois não tinha nenhum lugar para penetrar.

Como o método de atuação não conduz a água até a rede de drenagem, pois conta com a infiltração da água no solo, o ideal para se evitar empoçamento, seria colocar uma calha de piso na região mais baixa, para que a água infiltre no solo. Vale ressaltar, como medida preventiva a evitar infiltração nas paredes, colocar uma camada de brita um nível abaixo da viga baldrame, dando permeabilidade ao solo, evitando o processo de capilaridade, que faz com que o fluido alcance as paredes.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR n.10844**: Instalações prediais de águas pluviais. São Paulo: ABNT, 1989.

COSTA, H. C.; MARCUZZO, F. F. N.; FERREIRA, O. M.; ANDRADE, L. R.. Espacialização e Sazonalidade da Precipitação Pluviométrica do Estado de Goiás e Distrito

Federal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, n.1, 2012.

GAUSSEN, H.; BAGNOULS, F.. **Saison sèche et indice xérothermique**. Paris: Université de Toulouse, 1953.

ROFIM, S.. **Instalações hidráulicas e prediais**. Cáceres: UNEMAT, 2019.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.