

**Dimensionamento de sistema de drenagem pluvial em marquise de concreto por meio de modelagem computacional e aplicação da NBR 10844/1989****Dimensioning of the pluvial drainage system in concrete marquise through computational modeling and application of NBR 10844/1989**

DOI:10.34117/bjdv6n3-095

Recebimento dos originais: 02/02/2020

Aceitação para publicação: 09/03/2020

**João Carlos Teixeira da Costa**Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário UNA – MG,  
E-mail:joao.teixeira55@yahoo.com.br**Denise Maciel de Almeida Diniz**Graduada em Engenharia Química e Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais, professora no Ibmec na área de fluidos,  
E-mail:denise.diniz@ibmec.edu.br**RESUMO**

Marquises são lajes em balanço que se prolongam até parte do logradouro público. É importante aplicar as normas técnicas em vigor para garantir um sistema de drenagem eficaz, eliminando o acúmulo de água na sua superfície, reduzindo assim os riscos de deterioração e desabamento. Este trabalho usa a computação com papel auxiliar na aplicação da norma ABNT NBR 10844:1989, minimizando erros de imprecisão e garantindo segurança no projeto de drenagem. Foi selecionada uma marquise de concreto armado com problemas claros de drenagem para aplicação do processo proposto. Após elaboração do programa e o correto dimensionamento hidráulico da marquise, a comparação destes dados com o sistema real adotado para estudo mostrou inconsistências que podem levar a marquise à deterioração ou até desabamento.

**Palavras-chave:** Marquise. Drenagem. Modelagem computacional.**ABSTRACT**

Marquises are cantilevered slabs that extend up to part of the public street. It is important to apply the technical standards in force to ensure an effective drainage system, eliminating the accumulation of water on its surface, thus reducing the risk of deterioration and collapse. This work uses computation with an auxiliary role in the application of ABNT NBR 10844: 1989, minimizing inaccuracy errors and ensuring safety in the drainage project. A reinforced

concrete marquee with clear drainage problems was selected to apply the proposed process. After elaborating the program and the correct hydraulic dimensioning of the marquee, the comparison of these data with the real system adopted for the study showed inconsistencies that can lead the marquee to deterioration or even collapse.

**Keywords:** Marquise. Drainage. Computational modeling.

## 1 INTRODUÇÃO

Marquises são elementos estruturais que se projetam como lajes em balanço até a parte integrante do logradouro público, são em geral confeccionadas em concreto armado, porém podem ser desenvolvidas em aço. O acúmulo de água sobre essas superfícies impacta na sua sobrecarga, pois o peso da água somado ao peso próprio da estrutura interfere na carga final, provocando desde fissuras até a ruptura (BASSO e SOARES, 2014).

As marquises, por serem elementos estruturais que estão em contato direto com a atmosfera, sofrem com as mais variáveis intempéries, sejam elas naturais ou provocadas pelo homem (BASSO e SOARES, 2014).

O escoamento pluvial em marquises após uma chuva pode ser interpretado como escoamento em canais abertos, pois existe uma íntima relação entre a gravidade e o atrito, e a pressão em contato com a atmosfera é desprezível. Tal escoamento em marquises é semelhante ao percolar das águas em canais abertos, sendo um modelo de análise bastante complexo por ser variável, não permanente e turbulento (WHITE, 2011).

Sendo assim, as normas técnicas adotam procedimentos simplificados para facilitar o entendimento do comportamento da água sobre as superfícies para se dimensionar os elementos de drenagem, promovendo maior segurança e durabilidade durante a vida útil da estrutura (BAPTISTA e LARA, 2014).

A utilização de recursos de drenagem inadequados tais como tubos de diâmetros inferiores à solicitação real da drenagem, denominados buzinotes, somados à ausência de calhas, condutores verticais e horizontais, promovem a deterioração acelerada aumentando, assim, o risco de colapso na estrutura da marquise (JORDY e MENDES, 2012).

As situações com maior índice de ocorrências analisadas nos estudos de Jordy e Mendes (2012) e Basso e Soares (2014) sob a ótica da hidráulica são:

- Acúmulo de detritos junto aos ralos ou aos buzinotes provocando obstruções no sistema de drenagem da água pluvial;

- Ineficiência dos elementos de drenagem, muitas vezes instalados de maneira incorreta do ponto de vista normativo, impactando em falhas na capacidade de escoar a água e provocando a formação de lâmina d'água sobre a superfície da marquise causando sobrecarga e deterioração acelerada dos elementos;
- Má conservação dos elementos hidráulicos por conduta inadequada de prevenção a patologias dos elementos empregados na sua construção;
- Patologias provenientes da retenção de água na superfície da marquise tais como manchas de umidade e deslocamentos de pintura.

Avaliar os elementos de drenagem adotados em marquises e analisar a eficácia dos procedimentos práticos (buzinotes para promover o efeito do escoamento pluvial ou a colocação de ralos secos para o deságue das chuvas na superfície das marquises) e os modelos normativos, em conjunto com a manutenção preventiva, promove uma maior segurança na estrutura das marquises e das pessoas que podem vir a ser vítimas pela queda parcial ou total desse elemento. O presente trabalho propõe uma solução baseada na norma ABNT NBR 10844:1989 para o problema de escoamento em uma marquise de concreto armado que apresenta atualmente um modelo de drenagem ineficaz do ponto de vista técnico.

A programação de computadores atua como suporte para acelerar processos muitas vezes complicados e minimizando erros de imprecisão e arredondamentos, sendo, desta maneira, o componente ideal para atuar juntamente com a norma na solução do problema de drenagem pluvial na marquise de concreto armado. A simulação computacional utilizada no dimensionamento do sistema de drenagem da marquise de concreto armado, é melhor definida como a interação entre o usuário (operador), a análise computacional desenvolvida através dos códigos inseridos na plataforma ou *software* de linguagem C++ e a impressão de resultados como parte da execução de tarefas pelo computador. Este modelo é definido como simulação orientada a objeto: o modelo trata da execução de um passo-a-passo pré-estabelecido pelo programador, o ente que desenvolve o programa, com o propósito de obter resultados de projeto, denominando classes os trechos do código que recebem as ações, e objetos, os resultados buscados (SOARES, 2006).

Segundo Soares (2006), a hierarquia de qualquer programa em linguagem C++ utilizado em projetos de Engenharia que possuam interações entre fenômenos físicos e naturais, segue a lógica apresentada na figura 01, que representa a organização de tarefas realizadas pelo programador para chegar ao programa final, que deverá obter os resultados com precisão.

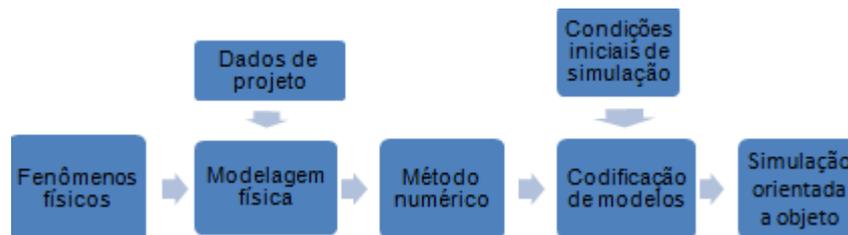


Figura 01: Lógica de programação em simuladores

Fonte: Adaptada de SOARES (2006)

Portanto, o objetivo deste trabalho é dimensionar um sistema para drenagem das águas pluviais em uma marquise de concreto armado, utilizando a programação de computadores para elaborar um modelo computacional capaz de aplicar a norma em vigor de instalações prediais de águas pluviais, NBR 10844:1989, promovendo uma maior vida útil à marquise e eliminando riscos de acidentes.

Atingir este objetivo implica em avaliar, por meio de inspeção visual, os componentes de drenagem implantados em uma marquise de concreto armado, visando verificar a eficácia do modelo atual, demonstrar a aplicação da norma ABNTNBR 10844:1989, dimensionar uma rede de drenagem pluvial para a marquise através da programação desenvolvida na plataforma DevC++ 5.11 e comparar a situação obtida com a inicial.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 ANÁLISE DO PROBLEMA

A marquise de concreto armado que será estudada está localizada no Bairro Havaí, município de Belo Horizonte (MG) e despertou interesse por apresentar irregularidades, como o emprego de buzinotes e patologias características, tais como manchas de umidade e deslocamento de pintura, como pode se observar na figura 02.

### 2.2 PROPOSIÇÕES PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA EM QUESTÃO

Para a análise dos problemas envolvendo marquises, segundo Basso e Soares (2014), é proposto primeiramente uma análise de ocorrências conforme o tipo de deterioração avaliado por inspeção visual baseando nos dados estatísticos de ocorrência das patologias relativas à degradação da marquise. Conforme o estudo apresentado por Basso e Soares (2014) é possível verificar que o índice de ocorrência de patologias provenientes da umidade elevada é alto, envolvendo estatisticamente o índice mais considerável entre as demais patologias.

Segundo Jordy e Mendes (2012), a drenagem eficaz em uma marquise é de suma importância para evitar a formação de concentrações de umidade ao longo da mesma, o que acarretaria em uma deterioração progressiva do cobrimento de proteção das armaduras da estrutura e sua consequente degradação.

Para a solução da drenagem, sem entrar no mérito dos cálculos de dimensionamento de uma rede de drenagem pluvial, Jordy e Mendes (2012) ilustram, conforme a figura 03, a solução ideal do sistema para que a água proveniente das chuvas não acumule na superfície da marquise, consistindo, basicamente, em adotar declividades de projeto adequadas e posicionar de forma correta calhas e condutores.

Já o dimensionamento da rede de drenagem pluvial é melhor demonstrado por Baptista e Lara (2014) no cálculo de um sistema de drenagem pluvial em um galpão na cidade de Belo Horizonte, mesma cidade da marquise estudada no presente trabalho, destacando-se os seguintes tópicos utilizados:

- Intensidade pluviométrica  $I = 227$  mm/h conforme norma ABNT NBR 10844/1989;
- Área de contribuição calculada conforme norma ABNT NBR 10844/1989;
- Calhas e condutores obtidos segundo norma ABNT NBR 10844/1989, considerando coeficiente de rugosidade de *Manning* ( $n$ ) igual a 0,011 e declividade de projeto ( $i$ ) 2%;
- Diagrama resultante do dimensionamento das instalações de águas pluviais, conforme figura 04.

- 

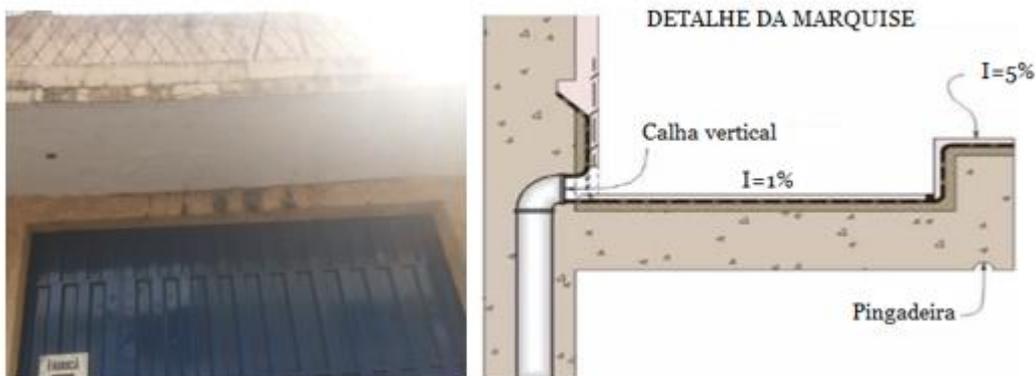


Figura 02 Figura 03

Marquise de concreto armado escolhida Correta instalação de drenagem de águas pluviais  
 Fonte: PRÓPRIO AUTOR Fonte: JORDY e MENDES (2012)

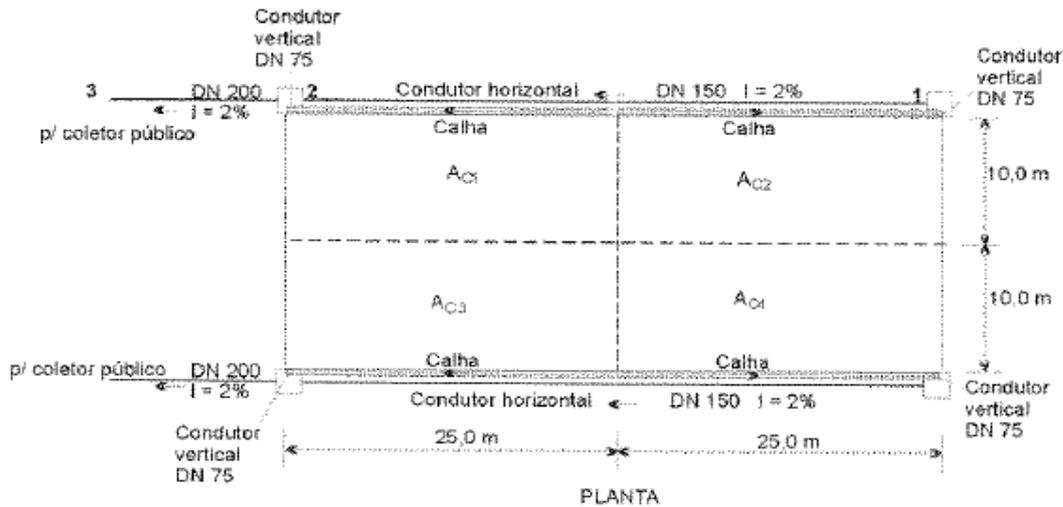


Figura 04 - Diagrama dos resultados do dimensionamento da instalação de drenagem em galpão  
Fonte: BAPTISTA e LARA (2014)

Com base nas proposições de Jordy e Mendes (2012) e Baptista e Lara (2014) será desenvolvido o dimensionamento de um sistema de instalação de drenagem de águas pluviais para a marquise de concreto armado em análise, utilizando ainda as proposições de Soares (2006) para a elaboração de um modelo computacional que irá fornecer os resultados buscados no presente trabalho.

### 2.3 NORMA ABNT NBR 10844:1989 INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS

A norma ABNT NBR 10844:1989 define as prescrições de cálculo para a execução de uma rede de drenagem pluvial predial e os equipamentos a serem empregados no seu dimensionamento.

Como definido por Basso e Soares(2014), marquises são lajes em balanço que se prolongam além dos limites da fachada da edificação atingindo parte do logradouro público. Sendo assim, a referida norma define critérios específicos para o dimensionamento hidráulico em lajes no tópico 5.4 pag. 6, referente a coberturas horizontais de laje. Destacando-se os pontos de maior relevância tem-se:

- As coberturas horizontais de laje devem ser projetadas para evitar empocamento, exceto acumulação temporária de água durante tempestades quando as mesmas possuem dimensionamento específico para ser impermeável sob certas condições;
- As superfícies horizontais de laje devem possuir declividade mínima de 0,5% para que o escoamento da água seja eficaz até o ponto de drenagem previsto;

- Deve ser elaborado mais de uma saída para a realização da drenagem, exceto quando não houver riscos de obstrução dos elementos previstos.

A água da chuva deve ser drenada da marquise de forma eficiente, e, para que isto aconteça, usam-se os seguintes componentes:

- Calhas: Coletam a água de coberturas e telhados e a destinam aos condutores verticais;
- Condutores verticais: Conduzem a água coletada pelas calhas até os condutores horizontais na parte inferior da edificação;
- Condutores horizontais: Recolhem e conduzem a água pluvial da parte inferior da edificação até o seu destino final;
- Ralos e caixas de areia: Retém os detritos evitando a obstrução das tubulações fechadas.

Ao final do dimensionamento, as calhas e condutores devem comportar a vazão de projeto e direcioná-la corretamente para o sistema de drenagem urbana. Os critérios de dimensionamento devem satisfazer a determinação dos seguintes parâmetros:

a) Intensidade pluviométrica (I): é a razão entre a altura pluviométrica precipitada H (milímetros) e o intervalo de tempo t (horas) em que ocorreu a precipitação, dada em mm/h, conforme equação 01. Quando os dados do local do projeto não são conhecidos por ausência de informações meteorológicas, é adotado o valor de 150 mm/h para realização dos cálculos.

$$I = \frac{H}{t} \quad (Eq. 01)$$

b) Período de retorno (T): é o intervalo de tempo em que, para uma dada duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualada ou superada, sendo considerado: T=1 ano para áreas pavimentadas; T=5 anos para coberturas e ou terraços; e T=25 anos para coberturas e áreas onde o extravasamento não é tolerado (BAPTISTA e LARA, 2014).

c) Impermeabilidade do local (C): é a relação adimensional entre a vazão que escoou na superfície em análise e a vazão total obtida após uma precipitação. Também chamado coeficiente de deflúvio, tem valores adotados segundo a tabela 01.

Tabela 01 – Coeficientes de deflúvio

Característica da superfície	Coeficiente de deflúvio - C
Telhados	0,75-1,00
Pavimentação asfáltica	0,70-0,95
Pavimentação com paralelepípedo	0,70-0,85
Pavimentação em concreto	0,80-0,95
Gramados-terrenos arenosos	0,05-0,20
Gramados-terrenos argilosos	0,13-0,35

Fonte: Adaptado de BAPTISTA e LARA (2014)

d) Área de contribuição ( $A_c$ ): É a área, em metros quadrados, relativa ao plano em que a água escoada pela chuva irá acumular.

e) Vazão de projeto ( $Q$ ): É a vazão máxima, definida segundo o método racional, com base na intensidade pluviométrica, no coeficiente de deflúvio e na área de contribuição do elemento em análise, em l/min:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A_c}{60} \quad (Eq. 02)$$

f) Diâmetros nominais de calhas, coletores verticais e horizontais: Diâmetros adotados tomando como base a vazão de projeto, visando a capacidade de escoamento da água evitando o empoçamento. Para condutores verticais deverão ser utilizadas curvas de raio longo de 90° ou 45° caso sejam necessários desvios construtivos na execução do projeto de drenagem.

g) Coeficiente de rugosidade de *Manning* ( $n$ ): É a altura da porosidade nas paredes internas das calhas e condutores e é influenciado pelo tipo de material utilizado nos mesmos. Exerce influência direta na velocidade e na vazão do fluido a ser escoado. A norma adota para as calhas o coeficiente  $n=0,011$  considerando que elas sejam de PVC.

h) Declividade de projeto ( $i$ ): É a inclinação angular em relação ao centro do eixo da posição aonde são fixadas as calhas e os condutores horizontais medida em porcentagem de inclinação. A declividade pode variar de 0,5% à 2,0% para calhas e de 0,5% à 4,0% para condutores horizontais.

## 2.4 MATERIAIS E SOFTWARES UTILIZADOS

Trena métrica *Starret* (TS34-5ME), capacidade: 5m - 16'; Câmera portátil i9082, resolução 8 MP; *Microsoft Office Excel 2007*(Excel); *DevC++* ver. 5.11(C++); *Autodesk AutoCAD 2016*(AutoCAD).

## 2.5 INSPEÇÃO VISUAL

Após escolher uma marquise que não se enquadra nos critérios técnicos abordados nas literaturas científicas, a inspeção visual foi realizada para avaliar as principais patologias visualmente aparentes e detectar irregularidades construtivas.

## 2.6 ANÁLISE TEÓRICA

Para o dimensionamento das calhas e condutores adequados para o enquadramento da marquise nas normas ABNT, foi elaborada uma planta inicial a partir de medições realizadas *in loco* para uma análise comparativa de resultados após o dimensionamento computacional e foram determinados os parâmetros listados no item 2.3.

## 2.7 MODELAGEM MATEMÁTICA

As informações descritas no item (f) do tópico 2.3 foram transcritas para o *softwareDevC++ 5.11* através decodificação em linguagem C++. Para isto foram realizadas regressões matemáticas para otimizar as informações de tabelas e figuras da norma em equações utilizando o *softwareExcel*. Este modelo simplificou o código que foi escrito no *software* reduzindo a carga de dados utilizada pela memória do processador do computador, ou seja, as informações estáticas das tabelas foram transformadas em informações dinâmicas dependentes dos valores solicitados ao usuário no decorrer da execução do programa.

## 2.8 MODELAGEM COMPUTACIONAL

A modelagem computacional seguiu fluxograma ilustrada na figura 05, tomando como evento principal o fenômeno natural referente às chuvas que dão origem às medidas técnicas a serem tomadas na proteção da estrutura da marquise. O programa teve a finalidade de aplicar a norma ABNT NBR 10844:1989 para obter o resultado final do dimensionamento do sistema de drenagem eficaz seguindo a lógica de programação conforme a figura 06, ou seja, o operador selecionou qual cálculo o programa deveria executar. Conforme a escolha, o programa solicitou alguns dados para reconhecer as características do projeto, executou o cálculo e, posteriormente, disponibilizou os resultados na tela.



Figura 05 Figura 06

Fluxograma de ocorrências para modelagem Lógica de operação do programa para computacional dimensionamento de sistema de drenagem

Fonte: PRÓPRIO AUTOR Fonte: PRÓPRIO AUTOR

O programa em questão deve, sequencialmente: identificar a intensidade pluviométrica; calcular a vazão de projeto para a marquise executando a equação (02); e dimensionar as calhas, os condutores verticais e horizontais. Foi realizada uma comparação dos resultados da situação atual da capacidade de drenagem da marquise com a capacidade após o dimensionamento e foi gerada uma ilustração do resultado final, por meio do *AutoCAD*.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 RESULTADOS DA INSPEÇÃO VISUAL

Através de inspeção visual, pôde-se verificar na marquise em questão:

- Utilização de buzinos conforme ilustrado na figura 07;
- Ausência de calhas e condutores conforme ilustrado na figura 08;
- Manchas de umidade conforme ilustrado na figura 09;
- Deslocamentos de pintura conforme ilustrado na figura 10.



Figura 07 Figura 08

Detalhe de buzinetes em marquise Detalhe de buzinetes em marquise com ausência

Fonte: PRÓPRIO AUTOR de calhas coletoras - Fonte: PRÓPRIO AUTOR



Figura 09 Figura 10

Manchas de umidade em marquise Deslocamento de pintura e reboco

Fonte: PRÓPRIO AUTOR Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Para Jordy e Mendes (2012) o emprego de buzinetes como elemento de drenagem deve ser evitado; já para Basso e Soares (2014), patologias tais como manchas de umidade e deslocamentos de pinturas são insidiosas e tem causa no acúmulo de água proveniente de uma drenagem ineficaz.

A disposição dos cinco buzinetes foi reproduzida mantendo as dimensões obtidas por medição no locale ilustrados no croqui obtendo o resultado mostrado na figura 11. Os buzinetes também foram catalogados apresentando os valores descritos na tabela 02.

## 3.2 RESULTADOS DA ANÁLISE TEÓRICA

As dimensões da marquise foram obtidas por medição no local, estando os valores descritos nos croquis ilustrados nas figuras 12 e 13.

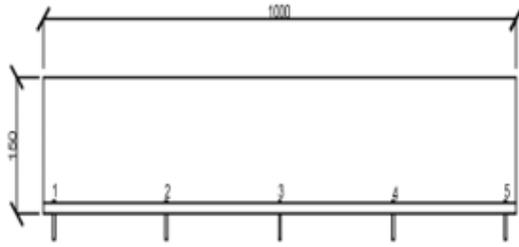


Figura 11  
Disposição de buzinos (medidas em cm)  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Tabela 02 – Dimensões dos buzinos da marquise em análise, de marca Tigre.

Número correspondente	Diâmetro medido no local (cm)	Diâmetro Nominal comercial (mm)
1	4,98	50
2	5,12	50
3	5,14	50
4	5,05	50
5	5,10	50

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Os parâmetros para o dimensionamento das calhas e condutores estão na tabela 03.

Tabela 03 – Parâmetros para dimensionamento das calhas

Item	Unidade	Valor obtido
Ac	m <sup>2</sup>	13,80
T	anos	5
C	adimensional	1,0

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

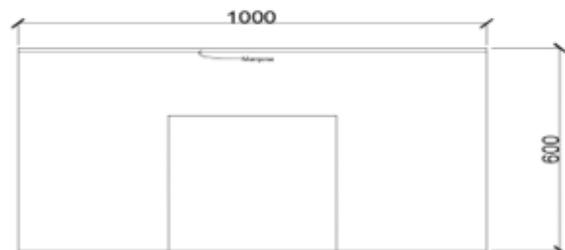
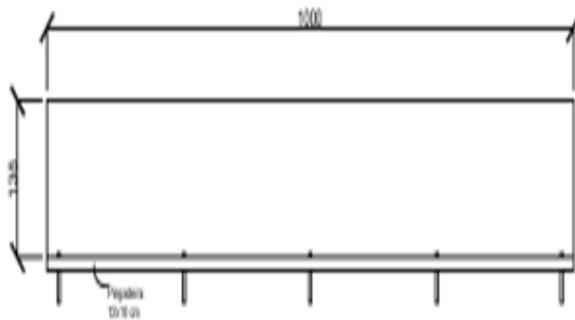


Figura 12

Figura 13

Dimensões em planta da marquise de concreto armado

Dimensões da marquise em fachada

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

**3.3 MODELAGEM MATEMÁTICA****3.3.1 Modelagem para condutores verticais**

Os valores do ábaco de condutores verticais da norma ABNT NBR 10844:1989 como descrito no tópico 2.2, deram origem a uma tabela transcrita para o *Excel*, tomando como base a curvalogarítmica do ábaco referente a condutores de 6 (seis) metros de comprimento, que corresponde à altura do piso até à superfície da marquise aonde serão instalados os condutores. Procedimento semelhante é abordado por Soares (2006) em seu trabalho ao converter equações diferenciais de Mecânica dos Fluidos em códigos de linguagem C++.

Após os valores da tabela serem inseridos no *Excel*, foi gerado um gráfico de dispersão, foi inserida a linha de tendência que mais se aproxima dos pontos distribuídos ao longo do gráfico e extraída a equação de tendência. A equação (03) apresentada na tabela 04 é o resultado da solução para o cálculo de diâmetros nominais dos condutores verticais, apresentando  $R^2=0,982$ .

**3.3.2 Modelagem para condutores horizontais**

Adotando o mesmo procedimento abordado no tópico 3.3.1 foi realizada a transcrição da tabela de condutores horizontais que resultou na equação (04), cujo  $R^2=1$ , também compondo a tabela 04.

Tabela 04 – Equações obtidas na modelagem matemática

Condutores	Equações obtidas	Observações
Verticais	$D = 26,07 \cdot \ln(Q) - 107,60$ (03)	D: Diâmetro do condutor (mm) Q: Vazão em litros por minuto
Horizontais	$D = 10,51 \cdot Q^{0,375}$ (04)	

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

**3.4 MODELAGEM COMPUTACIONAL**

Os quadros 01 e 02 apresentam a interface com as etapas apresentadas pelo programa em execução gerando os resultados do dimensionamento: X: intensidade pluviométrica (mm/h); Y: vazão de dimensionamento (l/min); e Z; diâmetro comercial (mm) para as calhas e condutores. A tabela 05 apresenta o resumo dos resultados fornecidos pelo programa.

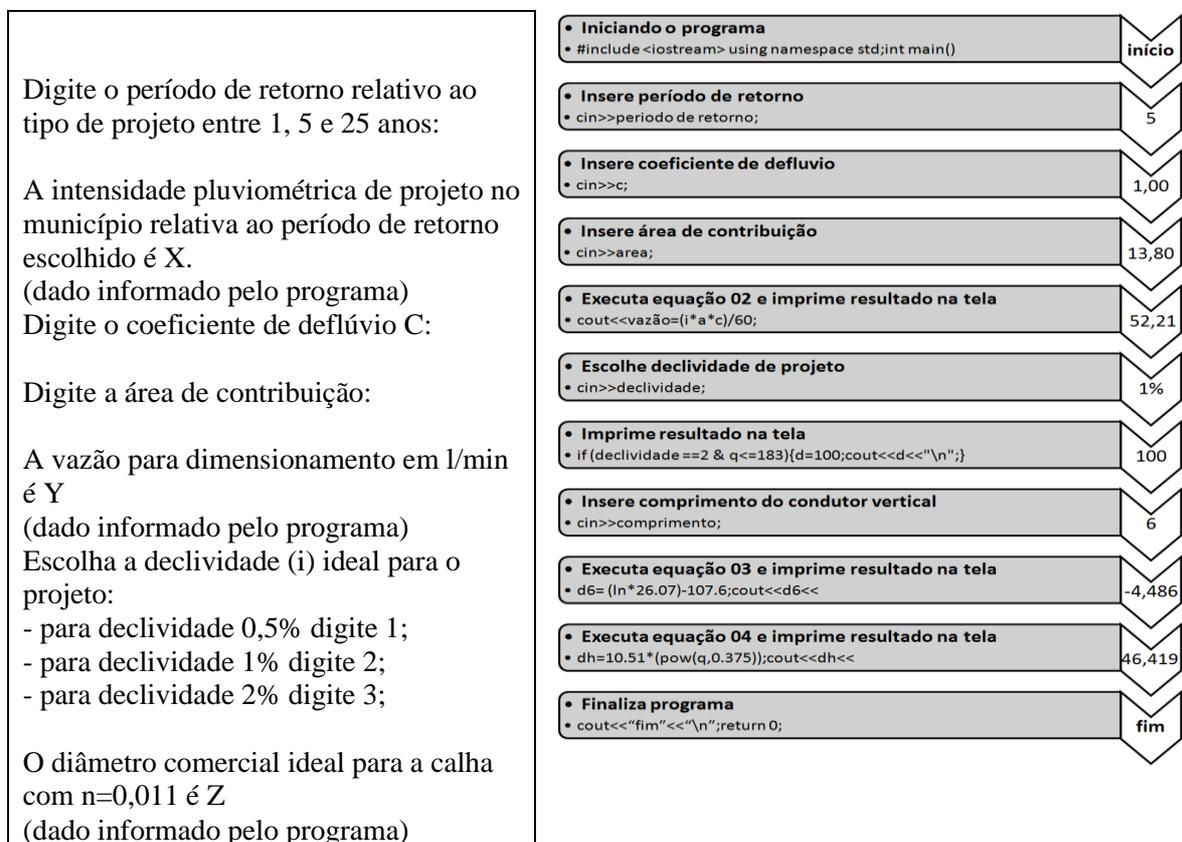
Tabela 05: Resultados de dimensionamento gerados pelo programa

Vazão de projeto (l/min)	Diâmetro da calha (mm)	Diâmetro do condutor vertical (mm)	Diâmetro do condutor horizontal (mm)
52,21	100	50	50

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

### 3.5 ILUSTRAÇÃO FINAL DO DIMENSIONAMENTO

O resultado final do dimensionamento é ilustrado na figura 13 e os demais detalhes do dimensionamento estão ilustrados nas figuras 14e 15.



Quadro 01  
 Algoritmo para dimensionamento das calhas  
 Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Quadro 02  
 Algoritmo para dimensionamento da rede de drenagem

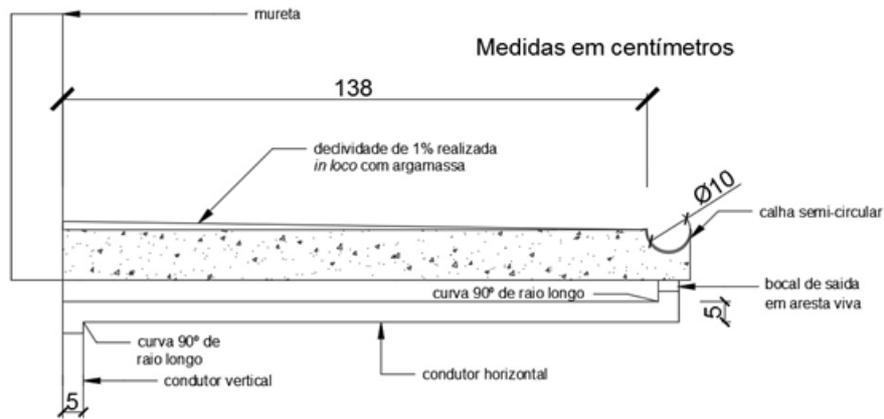


Figura 13 - Resultado do dimensionamento do sistema de drenagem pluvial em marquise  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

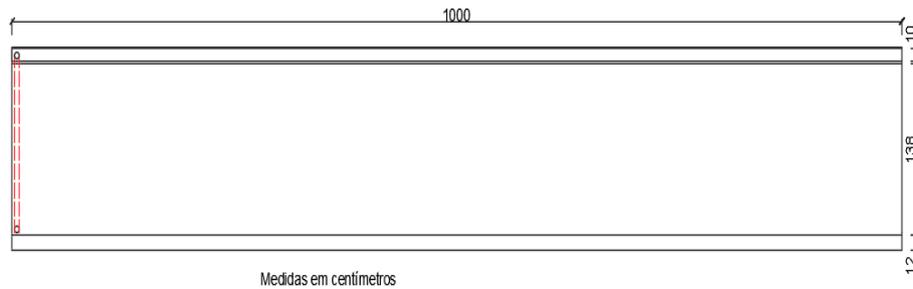


Figura 14: Planta da marquise com extensão da calha e do condutor horizontal  
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

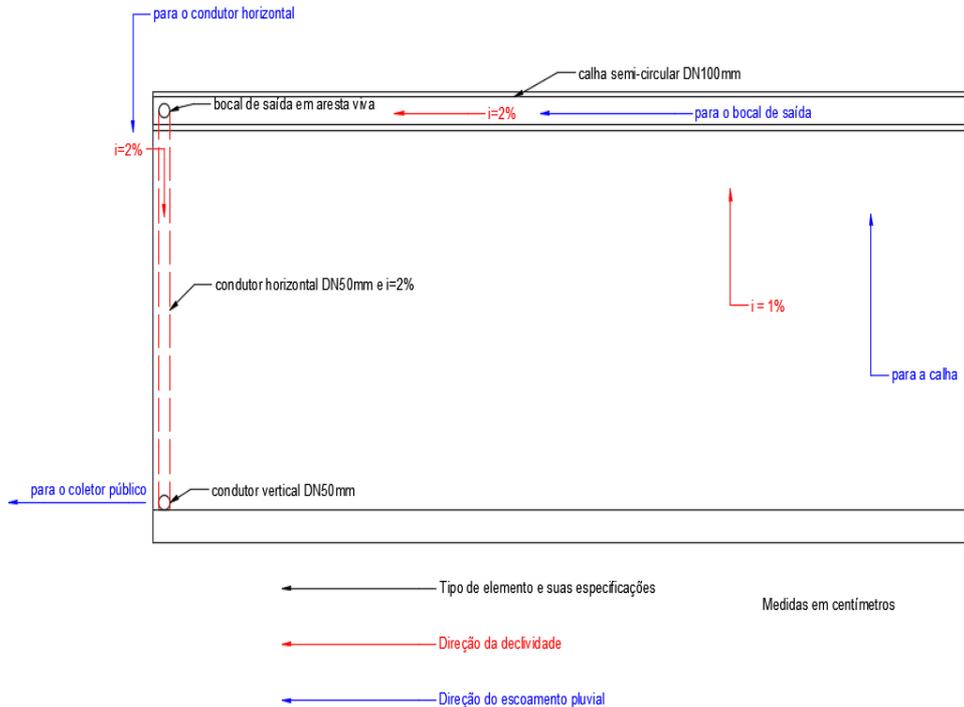


Figura 15: Detalhamento do sistema de drenagem  
 Fonte: PRÓPRIO AUTOR

### 3.6 ANÁLISE COMPARATIVA DE RESULTADOS

#### 3.6.1 Calha

Ao comparar os valores dos diâmetros obtidos pela análise visual catalogados na tabela anteriormente descrita no tópico 4.1 com a tabela 03 que mostra o modelo proposto após o dimensionamento computacional, é possível observar que existe uma diferença na capacidade de drenagem devido à diferença dos diâmetros, principalmente da calha, que não está presente no modelo atual. Segundo White(2011), quanto maior o diâmetro do condutor maior a vazão por ele suportada, ou seja, a calha cujo diâmetro é 100mm, é capaz de escoar uma vazão de água proveniente das chuvas maior que o buzino de 50mm de diâmetro.

Outra diferença importante do modelo calculado é a capacidade da calha de escoar a água em uma área contínua maior que a dos atuais buzinos que possuem capacidade de captação apenas de áreas fragmentadas, conforme afirmam Baptista e Lara (2014).

#### 3.6.2 Condutores

Os condutores verticais e horizontais, embora à primeira vista semelhantes, em termos de diâmetro, aos buzinos, não o são. A diferença está na declividade de instalação correta dos condutores verticais e horizontais e a rugosidade anteriormente apresentadas em total

coerência com a disposição da calha. Já, os buzinotes dispostos no local, não oferecem valores de declividades seguros em vista normativa. Os valores de rugosidade de *Manning* dos mesmos são imprecisos devido à deterioração do PVC dos buzinotes presente no local por ação de desgaste progressivo. Para White (2011), a declividade e a rugosidade possuem papel fundamental na previsão das velocidades da queda de água em condutores, pois os mesmos funcionam como condutos livres.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho teve por objetivo realizar o dimensionamento de um sistema de drenagem em uma marquise de concreto armado no município de Belo Horizonte - MG em que foi constatado, por inspeção visual, um princípio de deterioração por acúmulo de água na superfície da estrutura analisada, o que conduziu a necessidade de dimensionar um sistema de drenagem eficaz utilizando a modelagem computacional para a aplicação da norma ABNT NBR 10844:1989. Após a comparação dos dados extraídos *in loco* na análise teórica da marquise e os resultados obtidos pelo programa após a aplicação da norma de drenagem de águas pluviais, pode-se afirmar que existe falta de acompanhamento rigoroso na execução do projeto de drenagem de marquises, impactando desta maneira na qualidade do sistema de drenagem e, conseqüentemente, reduzindo a vida útil da referida estrutura.

Para a marquise analisada, foi constatado que o proprietário não realiza vistorias periódicas, desconhecendo a importância da inspeção visual na detecção de possíveis problemas visando inibir a progressão da deterioração da marquise, que realiza a manutenção somente quando o problema já está totalmente instaurado, além de não possuir o projeto executivo de drenagem pluvial.

Através deste trabalho, aconselha-se um maior rigor na aplicação das normas técnicas por parte dos projetistas no que tange a melhoria da qualidade de operação dos sistemas de drenagem, um maior acompanhamento por parte do poder público no momento da execução do projeto para que sejam cumpridas todas as especificações normativas, além da adoção de um caráter preventivo por parte dos proprietários de imóveis, tornando a inspeção visual e a higienização das marquises sob sua responsabilidade um hábito, visando prolongar a vida útil das marquises e eliminando os riscos de desabamentos.

**REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844:1989. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989. 13p

BAPTISTA, M.B; LARA M. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**, 3<sup>a</sup> ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

BASSO, T. M; SOARES, E. G. **Problemas de patologias em marquises na região central da cidade de Ubiratã/PR**, Revista ThêmaetScientia – Vol. 4, no 1, jan/jun 2014

JORDY, J. C; MENDES, L. C., **Análise e procedimentos construtivos de estruturas de marquises com proposta de recuperação estrutural**, Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal Fluminense – UFF “Dissertação de Doutorado”. Niterói, 2012.

WHITE, F. M. **Mecânica dos Fluidos**, 6<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

SOARES, R. P., **Desenvolvimento de um simulador de treinamento para operadores do reator de pesquisa IEA-R1**, Pós-graduação em Física Nuclear da Universidade de São Paulo - UFSP “Dissertação de Mestrado”. São Paulo, 2006

