

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE EDIFÍCIOS DE CONCRETO ARMADO EM BRASÍLIA-DF

FRANCISCO FABIANO LOPES SILVA¹, GEOVANE SARAIVA DE OLIVEIRA², JULIANO RODRIGUES DA SILVA³

¹Eng. Civil, francisofabianolopessilva@gmail.com;

²Eng. Civil, geovanesaraiva2@gmail.com;

³Dr. Estruturas e Construção Civil, Prof. Titular, UNIP, Brasília - DF, julianorodriguessilva@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: A análise de estabilidade é muito importante para a avaliação estrutural de estruturas de concreto armado. O trabalho tem como finalidade analisar a atuação da ação do vento na estabilidade estrutural. Serão mostrados diferentes métodos de análise estrutural, considerando as não lineares com base no que prescreve a NBR 6118/2007. É apresentado o método de cálculo da ação do vento sobre as estruturas de acordo com a NBR 6123/1988. Onde será capaz de estabelecer o melhor posicionamento dos pilares, desta forma alcançar a um ajuste na estrutura que permitirá uma maior rigidez na estrutura e no qual possam ser desprezados os deslocamentos horizontais da estrutura.

Palavras-chaves: estrutura de concreto armado, estabilidade, ação do vento.

ABSTRACT: Stability analysis is very important for the structural evaluation of reinforced concrete structures. The purpose of this work is to analyze the performance of the wind action on structural stability. Different methods of structural analysis will be shown, considering the nonlinear ones based on what NBR 6118/2007 prescribes. The method of calculating the wind action on the structures according to NBR 6123/1988 is presented. Where will be able to establish the best positioning of the pillars, in this way achieve an adjustment in the structure that will allow a greater rigidity in the structure and in which the horizontal displacements of the structure can be neglected.

Keywords: reinforced concrete structure, stability, wind action.

INTRODUÇÃO

Com o surgimento de edifícios cada vez mais altos, a ação do vento sobre as estruturas, acaba se tornando um elemento de grande importância na análise da estabilidade das estruturas de concreto armado. Com isso acaba surgindo a necessidade de uma análise mais apurada sobre esse deslocamento. Porém essa análise não é abordada de forma aprofundada durante a graduação, por esse motivo me motivou essa pesquisa, levando em conta a importância de se considerar os efeitos de segunda ordem no cálculo estrutural de um edifício alto em concreto armado. A força do vento em construções altas se torna um agente causador de instabilidade nas estruturas. E isso tem se tornado cada vez mais importante, principalmente por causa das mudanças climáticas.

Onde estamos presenciando cada vez mais tempestades intensas e frequentes. Para estudo da estabilidade um modelo simplificado de um edifício será utilizado para fazer os testes. Tendo em vista esses fatores, determinar qual seria a melhor forma de locação dos pilares, para que a estrutura tenha uma melhor estabilidade. A presente pesquisa relaciona-se com análise de estabilidade global em edifícios altos. Neste trabalho serão apresentados os principais termos para o entendimento do assunto, assim como expor os objetivos gerais e específicos. Em seguida, será definido o *software* a ser utilizado, a planta de fôrmas simplificada do edifício a ser analisado.

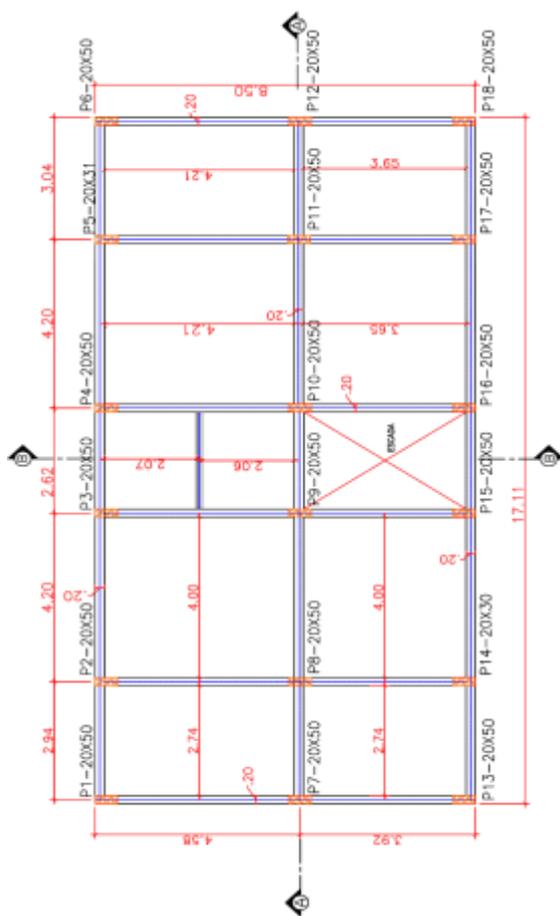
MATERIAIS E MÉTODOS

Foram feitos dois modelos de validação de um edifício simples. Os modelos serão informados os valores limites para os parâmetros testados e os resultados servirão como base para uma futura aplicações. Os modelos em questão é um edifício, composto de 8 pavimentos tipo com pé direito de 3,5 m. A altura total do edifício é de 23,8 m e sua estrutura é constituída por lajes e vigas. E será adotado fck de 25MPa como resistência do concreto. Com metodologia de cálculos atendendo a NBR 6118 (2014) e NBR 6120 (2019),

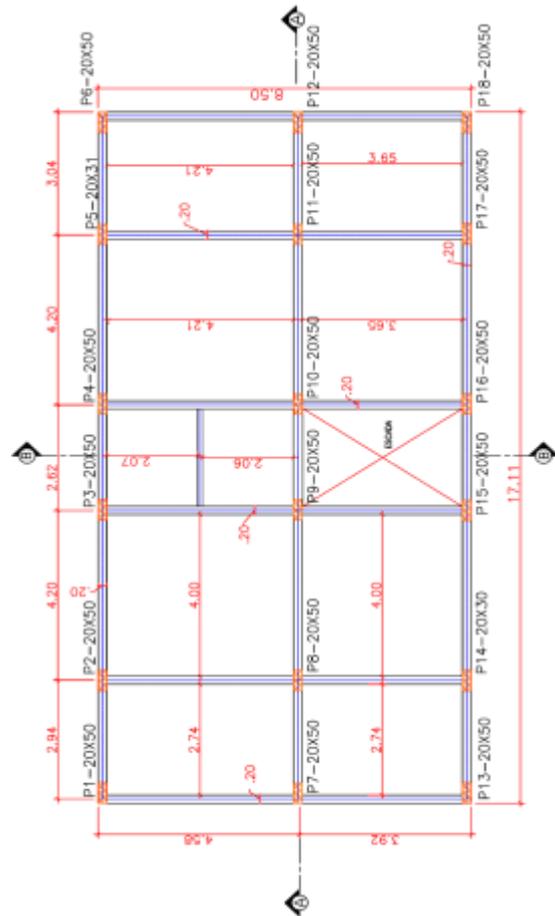
Neste trabalho tem como objetivo avaliar a importância do estudo da estabilidade global em edificações no qual os efeitos de segunda ordem costumam ser determinantes no arranjo do cálculo estrutural e nas especificações construtivas. E partir disto descobrir qual a melhor forma de distribuição dos pilares na estrutura capaz de apresentar uma melhor estabilidade a estrutura.

Figura 1 – Planta baixa do pavimento tipo situação 1

Figura 2 – Planta baixa do pavimento tipo situação 2



Fonte: Autoral (2019)



Fonte: Autoral (2019)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

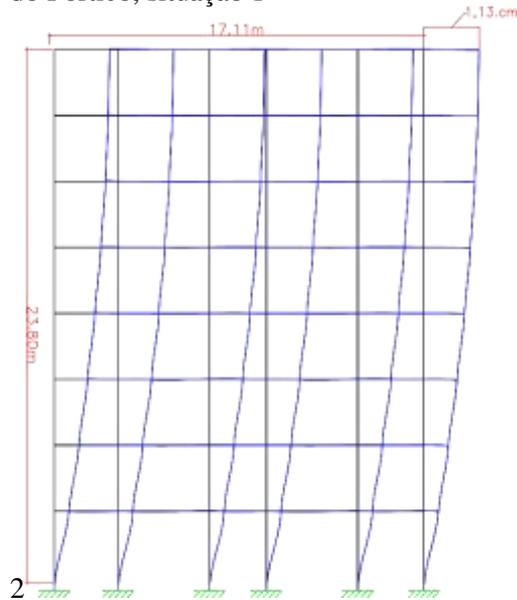
Para desenvolver-se o cálculo, consideraremos a estrutura em um terreno plano, em uma região pouco habitada da região noroeste na cidade de Brasília - Distrito Federal. Onde serão calculados a velocidade característica do vento (V_k), pressão Dinâmica do Vento (q), a pressão dinâmica do vento, e o coeficiente de arrasto (C_a).

Segundo o livro Carvalho & Pinheiro (2009), a força do vento que atua na superfície de uma edificação é sempre perpendicular a essa superfície. Essa força é resultado do somatório de todas as forças atuantes sobre a superfície de um edifício denominada de força de arrasto.

Figura 3 – Deslocamento Horizontal

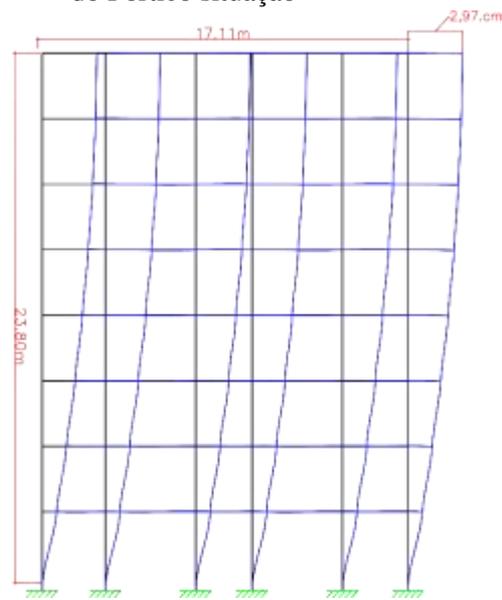
Figura 4 – Deslocamento Horizontal

do Pórtico, situação 1



Fonte: Autoral, FTOOL (versão 4.2).

do Pórtico situação



Fonte: Autoral, FTOOL (versão 4.2).

Através do *software* Ftool (versão 4.2), foi possível determinar o deslocamento no topo do pórtico na direção X gerado a partir de uma força horizontal aplicada no pórtico. O deslocamento do pórtico no topo da edificação, sendo que na situação 1 o deslocamento foi de 1,13 cm e na situação 2 o deslocamento foi de 2,97 cm

Conforme Carvalho & Pinheiro (2009), a Inércia do Pilar Equivalente em estruturas formadas por pilares e vigas com o formato de pórticos, é possível se determinar um pilar equivalente que tenha a mesma resistência do pórtico. Assim temos $I = 1,49 \text{ m}^4$ para a situação 1 e $I = 0,6127 \text{ m}^4$ para a situação 2

Segundo Carvalho & Pinheiro (2009), o parâmetro de instabilidade α , uma estrutura reticulada poderá ser considerada como sendo de nós fixos se seu parâmetro de instabilidade α

O somatório das Cargas Verticais Atuantes na Estrutura $N_{k,j}$ O somatório das cargas verticais atuantes na estrutura N_k , com lajes de 15 cm de altura, vigas de 20x40, pilares de 20x50 e paredes com espessura de 20 cm, o somatório total destas cargas, obtivemos o valor de 12.724,03 Kn.

Parâmetro de Instabilidade α

Tabela 1- Parâmetro de Instabilidade α . Onde: $\alpha_1 = 0,60$

Situação 1	Situação 2
$\alpha = 0,53$	$\alpha = 0,73$

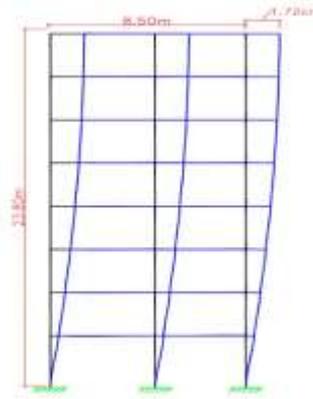
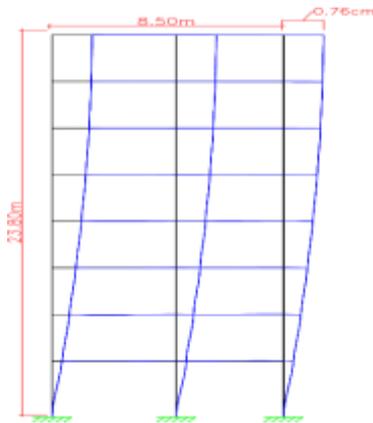
Segundo a NBR-6118 (2003), o coeficiente γ_z que avalia a importância dos esforços de segunda ordem globais, é válido para estruturas reticuladas de no mínimo quatro andares. Pode ser determinado a partir dos resultados de uma análise linear de primeira ordem, para cada caso de carregamento.

Tabela 2- Parâmetro de Instabilidade α . Onde: $\gamma_z < 1,11$

Situação 1	Situação 2
$\gamma_z = 0,53$	$\gamma_z = 0,73$

Figura 5– Deslocamento Horizontal do Pórtico. Situação 1

Figura 6– Deslocamento Horizontal do Pórtico. Situação 2



Através do *software* Ftool foi possível determinar o deslocamento no topo do pórtico na direção Y gerado a partir de uma força horizontal aplicada no pórtico. O deslocamento do pórtico no topo da edificação, sendo que na situação 1 o deslocamento foi de 0,76 cm e na situação 2 o deslocamento foi de 1,72 cm

Inércia do Pilar Equivalente em estruturas foi possível determinar a resistência do pórtico. Assim temos $I = 0,55 \text{ m}^4$ para a situação 1 e $I = 0,6127 \text{ m}^4$ para a situação 2

Parâmetro de Instabilidade α

Tabela 3- Parâmetro de Instabilidade α . Onde: $\alpha_1 = 0,60$

Situação 1	Situação 2
$\alpha = 0,53$	$\alpha = 0,79$

Momento de Tombamento devido ao Vento $M_{1,tot,d}$, será o mesmo para ambas as situações, pois a estrutura adotada é a mesma, assim como as ações do vento sobre a estrutura

Coefficiente γ_x

Tabela 4- Parâmetro de Instabilidade α . Onde: $\gamma_z < 1,11$

Situação 1	Situação 2
$\gamma_z = 1,05$	$\gamma_z = 1,12$

Análise dos Resultados

O problema em si consistiu em possibilitar a análise de dois processos de locação de pilares, afim de melhorar a estabilidade do edifício. O conceito foi determinado e os principais elementos que compõem a ferramenta foram dimensionados com base nas exigências e nos atributos requeridos do projeto para uma maior estabilidade.

Tabela 5 – Análise dos Resultados

	Direção X			Direção Y		
	Deslocamento	α	γ_z	Deslocamento	α	γ_z
Situação1	1,13 cm	0,45	1,03	0,76 cm	0,53	1,05
Situação2	2,97 cm	0,73	1,1	1,72 cm	0,79	1,12

Ao verificar as situações, percebemos que a situação 1 está dentro dos parâmetros de verificação de estabilidade permitido pela NBR 6118 (2014), sendo $\alpha < 0,60$ e $\gamma_z < 1,1$. Concluindo que o edifício da primeira situação se encontra estável.

CONCLUSÃO

Ao verificar as situações, percebe-se que a estrutura de concreto armado tende a ser classificada como estrutura de nós móveis. O que proporcionou uma maior rigidez a ela ao posicionar os pilares da maneira adequada e trabalhar com as dimensões dos pilares se torna uma perspectiva de avaliação. O deslocamento horizontal da estrutura ficou visível. O que possibilita que as estruturas propostas ultrapassaram o valor máximo permitido pela NBR 6118 (2014). Sendo assim, elas devem ser redimensionadas a fim de atenderem as especificações técnicas da norma.

Percebe-se que o vento, principalmente em edificações mais altas, causa um deslocamento horizontal considerável na estrutura e que não deve ser ignorado, caso contrário resultará em consequências desastrosas. As situações propostas para o arranjo dos pilares constataram-se importância do posicionamento correto da estrutura. Concluiu-se que existe um posicionamento ideal a ser usado quando se utiliza pilares retangulares e que sua utilização do pilar com o lado de maior inércia como contraventamento proporciona uma maior rigidez e estabilidade para a estrutura da construção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ações e segurança nas estruturas. Procedimento. NBR 8681.** Rio de Janeiro, 2004, 18p. _____. Forças devida ao vento em edificações. NBR 8681. Rio de Janeiro, 1988, 66p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Forças devidas ao vento em edificações, NBR 6123.** Rio de Janeiro, ABNT, 1988, Versão Corrigida 2:2013, 66p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Cargas para o cálculo de estruturas de edificações, NBR 6120.** Rio de Janeiro, ABNT, 1980, Versão Corrigida:2000, 5p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, NBR 6118.** Rio de Janeiro, ABNT, 2014, 221p.

CARNEIRO, Francisco; MARTINS, João Guerra. **Análise de Estruturas: Contraventamento de Edifícios.** 2008. Disponível em <<http://www2.ufp.pt/~jguerra/PDF/Estruturas/Contraventamento%20de%20Estruturas.pdf>> Acesso em: 12 de abril de 2019.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: Segundo a NBR 6118:** 2003. Edição terceira. São Carlos: EdUFSCar, 2007

CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado.** Editora Pini, v.4, São Paulo, SP, 2014.

PINHEIRO, L. M. **Estabilidade Global: Notas de Aula.** Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos – UNESP, 2009. Disponível em <http://www.dec.feis.unesp.br/melges/estab_global.pdf>. 05 de agosto de 2019

OLIVEIRA, Danielle Meireles. **Parâmetros de Instabilidade Global das Estruturas de Concreto Armado Segundo a nova NBR-6118.** 2002. 153f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em <<http://www.pos.dees.ufmg.br/dissertacoes/116.pdf>>. 17 de agosto de 2019

Dewes, Thaís Cemin. **Influência da vizinhança na ação estática do vento sobre edificações: comparação de métodos.** Monografia do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário UNIVATES, 2016. Disponível em <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1284/1/2016ThaisCeminDewes.pdf>> 09 de setembro de 2019.