INFLUÊNCIA DA LOCALIZAÇÃO DO NÚCLEO RÍGIDO DE EDIFICIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS NO COMPORTAMENTO GLOBAL ESTRUTURAL

ANDRÉ GUILHERME MOTA[1], CARLA BEATRIZ PEREIRA DA SILVA[2], MARCO AURÉLIO FACCIO MORAES[3], ALEXANDER DA SILVA PINHEIRO[4], ORIETA SOTO IZQUIERDO[5].

[1]Graduando em Engenharia Civil, UFT, Palmas-TO, guilherme309m@gmail.com;
[2]Graduada em Engenharia Civil. UFT, Palmas-TO, carlinhabps@hotmail.com;
[3]Graduando em Engenharia Civil, UFT, Palmas-TO, facciomoraes@outlook.com;
[4]Graduando em Engenharia Civil, UFT, Palmas-TO, alexander.delta@hotmail.com;
[5]Drª. Profª. Orientadora, UFT, Palmas-TO, orietasi@uft.edu.br.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: A análise da estabilidade global das estruturas tem elevada importância no ramo da construção civil pois a tendência para construção de edificios cada vez mais altos e esbeltos só têm aumentado. Este trabalho retrata um estudo, sobre estabilidade global, realizado em uma edificação de múltiplos pavimentos com estrutura em concreto armado considerando o núcleo rígido como sistema de contraventamento. Ao considerar a não linearidade física e geométrica, deve-se considerar os esforços de segunda ordem, o qual foi calculado pelo processo P-Delta através do software Eberick em sua versão V8 Gold. Para viabilizar o estudo da estabilidade global, foram realizados três dimensionamentos nos quais foram definidas posições diferentes para locação do núcleo rígido. Considerando, inicialmente, o núcleo rígido centrado na edificação, em seguida, considerou-se o núcleo rígido excêntrico ao maior lado da edificação e por fim, o núcleo rígido excêntrico ao menor lado da edificação. Esta pesquisa concluiu que a análise feita com o núcleo rígido localizado no centro da edificação apresentou melhores resultados com a relação à estabilidade global.
PALAVRAS-CHAVE: Núcleo rígido, Edifícios múltiplos pavimentos.

INFLUENCE OF THE LOCATION OF THE RIGID CORE OF MULTIPLE FLOOR BUILDINGS IN THE GLOBAL BEHAVIOR OF THE STRUCTURES

ABSTRACT: The analysis of global stability of buildings is of great importance in the field of civil construction since the tendency to build taller and leaner buildings has only increased. This work presents a study on global stability, carried out in a multi-storey building with reinforced concrete considering the structural core as a bracing system. When considering the physical and geometric non-linearity, second-order effects must be contemplated, which was calculated by the P-Delta process through the Eberick software in its V8 Gold version. In order to make the study of global stability attainable, three designs were performed in which different positions were defined for structural core location. Initially considering the structural core centered on the building, then considering the structural core eccentric to the largest side of the building and finally the structural core eccentric to the smallest side of the building. This research concluded that the analysis made with the hard core located in the center of the building presented better results with respect the overall stability.
KEYWORDS: Structural core, multi-storey buildings.

INTRODUÇÃO

A demanda causada pelo aumento populacional, faz com que tenham um número cada vez maior de edificações e, com a idéia de verticalizar cidades para otimizar espaços, as edificações com múltiplos pavimentos tornam-se cada vez mais vistas. Essa demanda, faz com que engenheiros sempre procurem formas de aperfeiçoar principalmente espaços e recursos, seguindo esse raciocinio,

procuram sempre projetar edificações mais esbeltas, mais resistentes e mais baratas. A ABNT NBR 6118: 2014 regulamenta as diretrizes para o concreto, tanto simples, protendido e armado, já a ABNT NBR 8800:2008 trata-se a respeito de projetos de aço e estruturas mistas.

O aumento da rigidez da edificação implica na diminuição das dimensões da estrutura, diminuindo assim a inércia das peças, o que acaba gerando esforços adicionais chamados de segunda ordem. Assim, esse trabalho tem a finalidade de analisar a estabilidade global da estrutura em função da posição do núcleo rígido da edificação.

O estudo das ações dos ventos e outras ações horizontais devem ser considerados no dimensionamento da estrutura, calculando os efeitos de segunda ordem, se necessário, e analisando a estabilidade global (Moncayo, 2011). Diante disso, com o intuito de alterar a posição da estrutura do núcleo, os elementos estruturais da edificaçãoestarão dispostos de forma assimétrica e, devido às ações das cargas horizontais, serão gerados efeitos de torção e flexão, os quais serão considerados no dimensionamento da estrutura e na análise da estabilidade global (Sousa Junior, 2001).

Este trabalho tem como objetivo principal estudar a influência da localização do núcleo rígido de edifícios de múltiplos pavimentos no comportamento global das estruturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo em questão fez se necessário a utilização do software Eberick V8 Gold, uma vez que ele possui as ferramentas necessárias para atender os pontos estudados e a capacidade de gerar todo o detalhamento das estruturas que serão dimensionadas. Como o objetivo do estudo é comparar tres situações distintas, que se refere à posição do núcleo rígido, foi idealizado um edificio comercial localizado em Palmas, TO, contendo 25 pavimentos, sendo o térreo e 24 pavimentos tipo, considerando ambientes amplos e apenas banheiro como espaço confinado por paredes em cada pavimento, com o intuito de mudar as posições dos elevadores e da escada sem mudar muito a configuração dos pavimentos para tornar mais válida a comparação. Diante disso foi analisada três posições diferentes no posicionamento do nucleo rigido, sendo com o núcleo rígido no centro dos pavimentos (Análise 1), estando rente ao maior lado dos pavimentos (Análise 2) e estando rente ao menor lado dos pavimentos (Análise 3).

Para que seja feito o estudo, algumas considerações devem ser feitas. Primeiramente, considerando a localização do município e a classe de agressividade ambiental descrito pela norma em questão, sendo classe II, foi considerado a resistência do concreto como sendo de 30 MPa. Para o aço que será utilizado, foi adotado CA-50.Quanto ao cobrimento, a ABNT NBR 6118: 2004 estabelece que para as lajes o cobrimento nominal pode ser de 25 mm e para as vigas e pilares pode ser de 30 mm, contudo, a fim de manter uma constância na análise, utilizou-se cobrimento de 30 mm para os três elementos citados.Essa mesma norma define que a dimensão máxima do agregado graúdo não deve exceder em 20% o valor do cobrimento, assim, como agregado graúdo foi utilizado o granito com diâmetro máxima característica de 19mm, o qual encontra-se dentro dos limites estabelecidos em norma. As lajes consideradas, por serem lajes indicadas para edificações com múltiplos pavimentos, foi a treliçada bidirecional com EPS em preenchimento.

Inicialmente, foi se posicionando os pilares, em sequência as vigas e por último as lajes de cada pavimento. O posicionamento dos elementos estruturais foi disposto de forma a ficar o mais uniforme possível e adotando distâncias máximas de 5,0 metros, e para a seção, adotando os critérios da norma ABNT NBR 6118:2014, onde estabelece as condições de larguras mínimas para as seções.

Quanto aos carregamentos, o que foi considerado padrãos em todas as simulações foi o peso específico do concreto armado sendo de 2500kgf/m³, assim sendo calculado pelo proprio software o carregamento permanente. Quanto ao carregamento acidental, foi adotado o mínimo por norma, que é de 300kgf/m² para escritórios, banheiros e salas de uso geral, e para o revestimento foi adotado 150 kgf/m². O próprio software utilizado calcula o carregamento originado pelos ventos, introduzindo apenas a velocidade básica do vento, que de acordo com a ABNT NBR 6123:1988, em Palmas, é de 30 m/s.

Adotando estes parametros no Eberick, ainda se faz necessário verificar as configurações de análise, em que esta, foi feita atraves de pórtico espacial, e considerando que as lajes são infinitamente rígidas no seu plano. Continuando o dimensionamento no programa, é realizado o deslocamento da estrutura, consideando a seção bruta como rigidez. Em seguida é realizada a determinação das flechas

pelo programa e posteriormente, o dimensionamento é concluido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

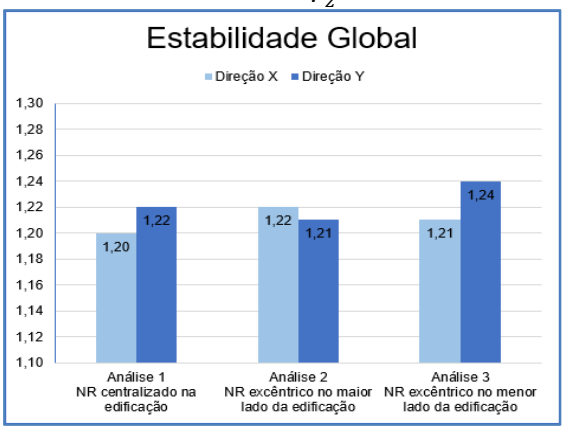
A análise da estabilidade global da edificação classifica a estrutura como sendo de nós fixos ou nós móveis através do valor obtido para o coeficiente γ_z. Conforme afirmado por Lacerda *et al.* (2014, p.27) o coeficiente γ_z "avalia a sensibilidade de uma estrutura aos efeitos de segunda ordem", ou seja, representa a deformação da estrutura na atribuição dos esforços atuantes.

Através desta análise identifica-se ainda a necessidade de considerar os efeitos de segunda ordem para valores de γ_z superiores à 1,1. Para estes casos, o cálculo dos esforços de segunda ordem é realizado através do processo P-Delta.

Comparando os resultados obtidos nas três simulações realizadas, nota-se que quando a posição dos elevadores e escadas estão no centro da edificação, a estrutura se torna mais resistente ao giro no eixo X. Continuando a comparação, verifica-se que com as excentricidades do posicionamento do núcleo rígido, faz se necessário o aumento das dimensões de alguns pilares que apresentaram maior momento de inércia na direção Y.

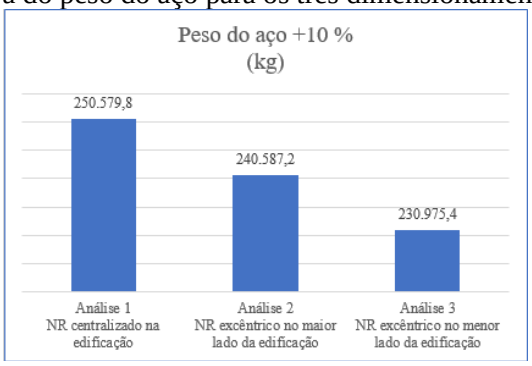
Analisando a estabilidade global na direção do eixo Y, ou seja, em direção ao lado de menor dimensão, existe uma grande diferença entre os valores de γ_z como apresenta a Figura 1, isso acontece devido à dimensão do núcleo rígido ser menor do que nas outras posições, dificultando o o seu cálculo de momento de inércia.

Figura 1. Comparação entre os valores do coeficiente γ_z.



Ao analisar e comparar o peso do aço nas três possibilidades estudadas, ja acrescidos 10%, como se verifica na Figura 2, que o peso necessário do aço para a construção, é maior na primeira análise, onde o núcleo rígido está no centro da edificação. Na segunda análise, com o núcleo rígido locado no maior lado da edificação, o consumo de aço foi o segundo maior. Já na terceira análise, onde o núcleo está locado no lado menor da edificação observa-se que o peso do aço necessário é o menor.

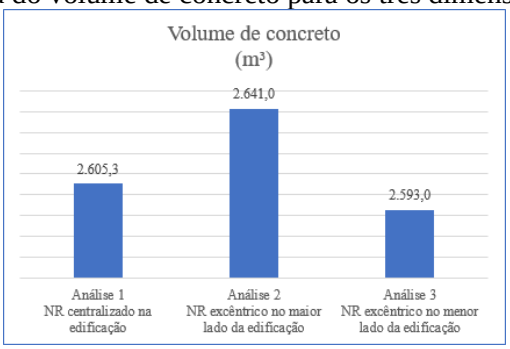
Figura 2. Análise comparativa do peso do aço para os três dimensionamentos.



Ao comparar o volume de concreto total utilizado, na segunda análise, ou seja, com o núcleo

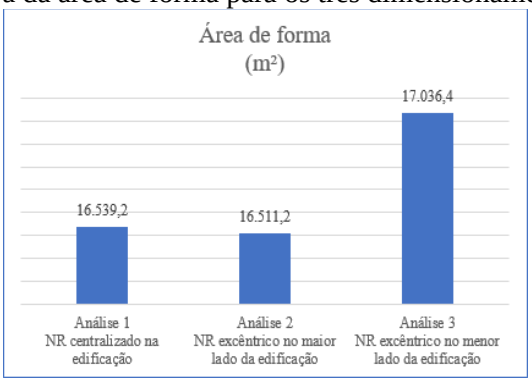
rígido excêntrico ao maior lado, observa-se que é maior o consumo de concreto, seguido da primeira analise. A terceira análise é a situação onde o consumo de volume de concreto é o menor, assim como mostra a Figura 3.

Figura 3. Análise comparativa do volume de concreto para os três dimensionamentos.



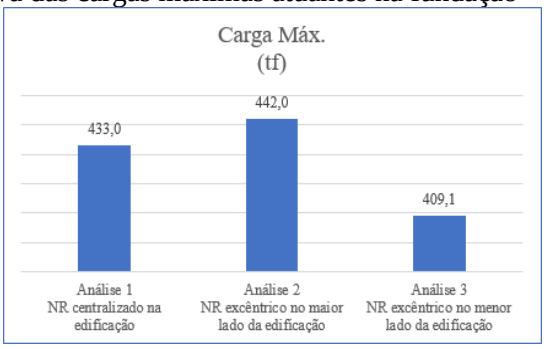
Comparando agora as áreas de formas observa-se que na terceira analise, ou seja, com o núcleo rígido excentrico ao menor lado da edificação, tem-se a maior área de forma necessária, seguido da primeira analise, com o núcleo rígido no centro da edificação, e a análise 2 apresentou a menor área de forma necessária para a edificação, assim como mostra a Figura 4.

Figura 4. Análise comparativa da área de forma para os três dimensionamentos



Ao se analisar os esforços solicitantes nas fundações da edificação observam-se diferenças entre as possibilidades estudadas, tendo em vista que nos modelos têm-se quantidades diferentes de pilares. Foi feito uma média geométrica entre os valores obtidos a fim de gerar uma comparação justa. Após análise, verifica-se que as cargas atuantes na fundação, são maiores com o núcleo rígido no maior lado da edificação, deve-se a isso o fato de nesse modelo ter pilares mais robustos, gerando maiores cargas.

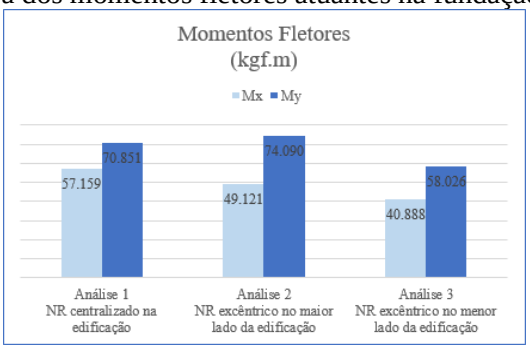
Figura 5. Análise comparativa das cargas máximas atuantes na fundação



Comparando agora os momentos fletores, atuantes nas fundações, nota-se que em X, ou seja, eixo paralelo ao lado de menor dimensão, na primeira análise, com o núcleo rígido no centro da

edificação, é maior. Agora analisando no eixo Y, o maior valor de momento fletor se da na segunda análise, do núcleo rígido localizado no maior lado. Fica evidente que a terceira estrutura estudada apresenta menores valores para os momentos fletores em ambas as direções, isso ocorre devido a seção dos pilares serem menores comparado as outras. Partindo do mesmo principio explica-se o motivo de, na direção X, a primeira estrutura possui maiores valores de momento fletor, ja que no segundo possui mais pilares esbeltos do que no primeiro dimensionamento. Isso vale tambem para o eixo Y, onde ha mais pilares esbeltos no primeiro dimensionamento na direção Y do que no segundo.

Figura 6. Análise comparativa dos momentos fletores atuantes na fundação



.

CONCLUSÃO

Diante dos dados apresentados, pode se afirmar que entre os dimensionamentos realizados, analisando a estabilidade global, a primeira análise apresentou melhores resultados, considerando uma análise completa da estrutura, nas direções X e Y em conjunto. Porem observa-se que os três dimensionamentos se enquandram no que é definido por norma, onde o γ_z está entre 1,1 e 1,3.

Analisando o consumo de materias, não é possivel determinar precisamente qual apresenta melhor custo, uma vez que foram analisados três fatores, que é a quantidade de aço, a área de forma e o volume de concreto, e observa-se que cada um ficou com maior desempenho em pelo menos um quesito.

A respeito dos esforços atuantes nas fundações, verificam-se que as cargas são proporcionais as dimensões dos pilares, ou seja, quanto mais robustos, maior as cargas. Observa-se também que para os momentos fletores, o que influencia são as maiores dimensões e também a direção dos pilares quanto a essas dimensões, relacionadas ao momento de inércia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2014). NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1980). NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1988). NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2007). NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado – Especificações. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2003). NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos. Rio de Janeiro..

ALVA, G. M. S. Concepção estrutural de edificios em concreto armado. Santa Maria: Departamento de Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

BACARJI, E. Analise de estruturas de edificios: Projeto de pilares. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

CHINEM, R. M. Avaliação da estabilidade global de edificios. TCC – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

LACERDA, M. M. S et al. Avaliação dos critérios para análise da estabilidade global em edificios de concreto armado: Estudo de caso. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 2014.