



FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

ANÁLISE DE FUNDAÇÕES RASAS SOB ABALOS SÍSMICOS. ESTUDO DE CASO HIPOTÉTICO EM MONTES CLAROS - MG

Autores: ANDRÉ GUSTAVO FERREIRA PINTO;

Introdução

Abalos sísmicos, tremores de terra ou terremotos acontecem em todas as regiões do planeta Terra. Geralmente são variações vibratórias provocadas pelas acomodações internas da crosta terrestre e propagam-se em várias direções em forma de ondas sísmicas. Recentemente, pesquisadores voltaram suas atenções para localidades atingidas por tremores e catástrofes que causam danos materiais consideráveis para essas regiões, além de perdas humanas, com registro de mortes e pessoas feridas. Segundo Ferreira e Pereira (2008, p.7). Terremotos ou sismos são catástrofes naturais ante as quais não se tem defesa ou proteção. A norma brasileira NBR 15421:2006 tem o objetivo de direcionar e fixar requisitos de exigência para cálculos de segurança estrutural, levando em considerações abalos sísmicos e os critérios de quantificação dos mesmos, analisando a resistência estrutural necessária para evitar colapsos oriundos de uma possível deformação plástica da edificação. Para este trabalho usaremos o software EBERICK que é um software da empresa brasileira AltoQi com o uso amplamente difundido no país para estruturas de concreto armado moldado in - loco e pré - moldado, onde engloba o lançamento da estrutura, dimensionamento e detalhamento final. O mesmo possui um forte sistema gráfico para modelagem do pórtico espacial de acordo com a NBR 6118:2014, o que permite possibilidade de variações no esqueleto estrutural de um mesmo projeto, visando um melhoramento significativo nos quantitativos de material, garantindo uma excelente rigidez e resistência à estrutura calculada.

Material e métodos

O que muito se fala leigamente na população Montesclarenses é o receio da possibilidade de um sismo de maior magnitude atingir a cidade, o que provocaria um possível regime elástico de deformação nos edifícios mais altos, podendo ocasionar o colapso da estrutura. Foi escolhida uma análise de fundação, pois é o primeiro elemento estrutural afetado pelos sismos, e, tecnicamente não são projetados para esforços laterais além do empuxo natural do terreno em que se encontra o edifício. Segundo a NBR 15421:2006 A cidade de Montes Claros – MG se encontra na Zona Z0, com a aceleração sísmica horizontal igual a 0,025 g.

Com o interesse de atender à pesquisa e cumprir os objetivos da mesma, a cidade de Montes Claros será comparada a uma cidade nordestina da zona Z1 com registros sísmicos semelhantes no que tange à magnitude sísmica para que o modelo de cálculo da NBR 15421/2006 possa ser utilizado na modelagem da estrutura. A justificativa para esta comparação se deve ao fato de que em 2006 Montes Claros ainda não tinha uma atividade sísmica com magnitude relevante como a partir do ano de 2012.

A princípio os dados sísmicos, tanto de Montes Claros como da cidade comparada foram coletados da unidade de estudo sismológico da Universidade de Brasília. A metodologia se baseia em simular uma força horizontal gerada por um sismo atuando diretamente na fundação de um prédio hipotético de quatro andares. Para determinar a força horizontal será utilizado o modelo de cálculo da NBR 15421/2006 citada como força $F(x)$.

Feita uma comparação direta entre dados sísmicos de Montes Claros – MG e de todo o estado do Rio Grande do Norte entre 01 de janeiro de 2012 e 31 de dezembro de 2017 é possível perceber uma tendência de que os sismos norte mineiros serem em maior quantidade, mas, tem uma característica de menor intensidade. Em Montes Claros – MG houve mais sismos neste período do que em todo o estado do Rio Grande do Norte, mas apresentando o maior registro com 4,2 de magnitude contra 5,3 do registro máximo da região nordestina. A média dos registros em Montes Claros – MG foi de 2,03 contra 2,35 do Rio Grande do Norte neste período.

A estrutura escolhida foi um prédio multifamiliar tradicional, com 4 andares, sem elevador e dois apartamentos por andar. Alguns desses prédios são feitos com projetos padrões ou até mesmo sem projetos estruturais, utilizando a experiência dos construtores para a execução dos mesmos, o que pode aumentar a não observância dos eventos sísmicos na concepção dos mesmos. Feita a modelagem da estrutura no software EBERICK (Figura 5), obtemos a planta de carga que é mostrada na Figura 1.

Foi escolhido da Figura 1 o pilar de maior solicitação (P1) para ser feita a análise da influência do sismo característico da região. Após isso foi utilizada a força horizontal equivalente presente na NBR 15421:2006 $F_x = 0,01 w_x$. O valor de w_x é obtido na somatória das cargas da Figura 1. Conclui-se então que o valor de F_x é aproximadamente 5,41 Tf.

Como visto, um sismo é aplicação de carga do solo na estrutura, então, será dividido a carga de 5,41 Tf pelas 27 sapatas da estrutura, resultando em uma força lateral de aproximadamente 0,2 Tf, que será aplicada nas duas direções de cada sapata, como mostra a Figura 2.



CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

Resultados e discussão

Lançando-se as cargas e feita uma análise anterior à simulação do terremoto temos um carregamento de 33,3 Tf, com momentos $MB = 386,5$ kgf.m e $MH = 354,88$ kgf.m. Estas solicitações resultam em uma sapata calculada com as dimensões e detalhamento como consta a Figura 3. O detalhamento e dimensionamento feito pelo software EBERICK se equivale no dimensionamento da base da sapata em relação à capacidade de suporte do terreno estudado. Após este detalhamento é incluído como mostrado na Figura 2 cargas laterais equivalentes como diz a norma nas duas direções, X e Y, para simular o terremoto. Estas solicitações resultam em uma sapata calculada com as dimensões e detalhamento como consta a Figura 4.

Percebe-se que houve um pequeno aumento na armação (duas barras a mais em cada direção) e um pequeno aumento na base da sapata. A taxa de armação em relação ao concreto manteve-se bem próxima, com $48,12$ kg/m³ sem a consideração da força do sismo e de $50,3$ kg/m³ considerando o tremor, o que representa uma taxa de acréscimo simbólica na casa dos 4,5%.

Conclusão

A comparação com cidades de atividades sísmicas já estudadas e zoneadas pela NBR 15421:2006 mostrou que os sismos estudados são de baixa intensidade, mas com maior frequência, visto que em uma cidade apenas houve mais registros que em um estado inteiro. Uma análise direta dos registros sísmicos e sua magnitude levam a acreditar que a norma pode ser revista nos próximos anos, já que as cidades já zoneadas têm atividades sísmicas frequentes da década de 80, e a região estudada teve um ligeiro aumento a partir do ano de 2012, após a formulação da norma. Com a análise feita por este artigo vimos que o aumento na armação e dimensionamento da estrutura é irrisório, visto os coeficientes de majoração e segurança presente nas normas de projetos de fundação e concreto armado.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, L. M. A., RIGOLIN, T. BARBOSA. *Geografia*. 1ª ed. São Paulo, 2003

ALKIMIN, M. V. P. *Revisão Teórica dos Abalos Sísmicos: Município de Montes Claros no ano de 2012*. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2013.

ABNT - NBR 15421 – *Projeto de Estruturas Resistentes a sismos - Procedimento*, Rio de Janeiro, 2006.

ABNT - NBR 6122 – *Projeto e execução de fundações*, Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 8681 – *Ações e segurança nas estruturas - Procedimento*, Rio de Janeiro, 2003.

HALLIDAY, D. ; RESNICK, R. *Fundamentos de Física*, volume 2. 8ª ed. Rio de Janeiro, 2009.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. do. *Geologia Geral*. Editora Nacional – 5ª Ed. revisada. São Paulo, SP, 1978.

MELO, H. A. B. *Avaliação da Influência dos sismos nas estruturas de concreto armado de Caruaru*. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Núcleo de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2012.

MOLINA, C. E. ; RIBEIRO, B. R. *Sismologia* - Apostilas sobre Geofísica, Instituto de Física da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012a

MOLINA, C. E. ; RIBEIRO, B. R. *Sismicidade* - Apostilas sobre Geofísica, Instituto de Física da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012b



FEPEG

F Ó R U M
ENSINO • PESQUISA • EXTENSÃO • GESTÃO

CIÊNCIA E TECNOLOGIA:
IMPLICAÇÕES NO ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

REALIZAÇÃO:



APOIO:



ISSN: 1806-549X

Nome	Carga (tf)	Nome	Carga (tf)
P1	33,3	P14	26
P2	16,9	P15	26,1
P3	15,3	P16	30,9
P4	33,1	P17	19,2
P5	14,9	P18	14,6
P6	14,7	P19	12,7
P7	18	P20	17,4
P8	14,9	P21	18,5
P9	21,1	P22	15,4
P10	21	P23	21,3
P11	18,1	P24	12,1
P12	27,2	P25	12,4
P13	31,3	P26	21,4
		P27	13

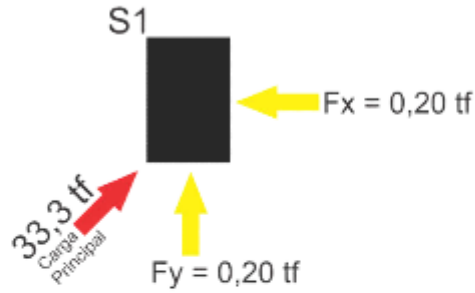


Figura 1. Definição de cargas da estrutura modelada.

Figura 2. Aplicação das Forças Atuantes durante o sismo.

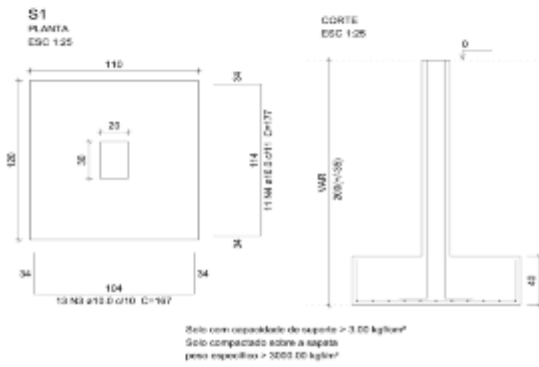


Figura 3. – Armção da Sapata sem considerar a carga do tremor.

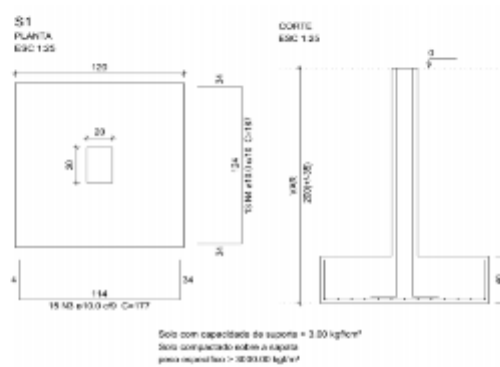


Figura 4. – Armção da Sapata considerando a carga do tremor.

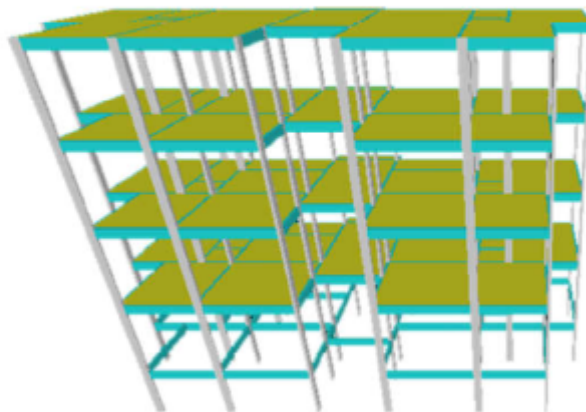


Figura 5. – Modelagem da Estrutura