

EVENTOS SÍSMICOS E SUA IMPLICÂNCIA NAS EDIFICAÇÕES SITUADAS NO MORRO DO FRADE EM MONTES CLAROS – MG

Suzane Fátima Ribeiro Santos – UNIMONTES – Montes Belos – Minas Gerais – Brasil
Suzane.su@hotmail.com

Maria Ivete Soares de Almeida – UNIMONTES – Montes Belos – Minas Gerais – Brasil
ivetegeo@yahoo.com

RESUMO

O município de Montes Claros - MG, vem deparando-se com eventos relacionados à sismologia. Estudos revelam que os sismos estão associados à uma falha geológica situada no Morro do Frade. A região ainda conta com a existência de mineradoras que realizam detonações, afetando as residências existentes. A urbanização do morro ocorreu de forma desordenada, sendo essa, fruto de ocupação irregular na década de 1970, por população carente. As habitações não contaram com acompanhamento profissional sendo susceptíveis a riscos de desabamentos devido à falta de elaboração projetual. Este estudo teve por objetivo geral verificar se as edificações situadas no Morro do Frade possuem maior risco de desabamento, devido à falta de acompanhamento profissional associados à eventos sísmicos e teve por objetivos específicos contextualizar a ocupação da região do morro; apresentar a ocorrência de eventos sísmicos naturais/artificiais na região e propor alternativas, na área da arquitetura, para esse tipo de evento. O método utilizado foi de natureza aplicada, baseado em pesquisa exploratória, com procedimento fundamentado em pesquisa bibliográfica/estudo de campo. Confirmou-se que a urbanização da região se deu por ocupação irregular e devido à proximidade do ponto focal de sismo, essas residências correm maior risco de obter patologias estruturais, podendo sofrer até desabamentos. Entende-se que a municipalidade deve tomar medidas de mitigação e orientação à população residente, já que não é possível calcular de maneira exata o período e impacto de um evento sísmico em uma população urbana.

Palavras-chave: risco; sismos; urbanização; desabamentos.

SEISMIC EVENTS AND THEIR IMPLICANCE ON BUILDINGS ON THE FRADE DEAD IN MONTES CLAROS - MG

ABSTRACT

The municipality of Montes Claros - MG, has been facing events related to seismology. Studies show that earthquakes are associated with a geological fault located in Morro do Frade. The region also counts on the existence of mining companies that perform detonations, affecting the existing residences. The urbanization of the hill occurred in a disorderly manner, which was the result of irregular occupation in the 1970s by poor people. The houses did not have professional accompaniment being susceptible to risks of landslides due to the lack of design elaboration. The objective of this study was to verify if the buildings located in Morro do Frade have a higher risk of collapse, due to the lack of professional accompaniment associated with seismic events and had as specific objectives to contextualize the occupation of the hill region; present the occurrence of natural / artificial seismic events in the region and propose alternatives in the area of architecture for this type of event. The method used was of an applied nature, based on exploratory research, with procedure based on bibliographic research / field study. It was confirmed that the urbanization of the region was due to irregular occupation and due to the

proximity of the earthquake focal point, these residences are at greater risk of obtaining structural pathologies and may even collapse. It is understood that the municipality should take mitigation and guidance measures for the resident population, as it is not possible to accurately calculate the period and impact of a seismic event on an urban population.

Keywords: risk; earthquakes; urbanization; landslides.

INTRODUÇÃO

Sismo é um fenômeno caracterizado pela vibração brusca e passageira da superfície da Terra. Nóbrega e Nóbrega (2016) afirmam que regiões de encontro entre placas são responsáveis pela maior parte da energia sísmica liberada no planeta. Ferreira; Ferreira e Almeida (2017) apontam que os sismos foram responsáveis por 67% das mortes na primeira década do século XXI. Denominado “evento sísmico”, esses tremores ocorrem diariamente no Planeta e, quando atinge uma região habitada - dependendo de sua escala - pode causar transtornos, impondo elevados danos humanos e materiais.

Historicamente, eventos sísmicos destroem áreas urbanas no mundo. Val; Aquino (2019) destacam o grande terremoto de 1755, de magnitude 8,8, ocorrido em Lisboa, que resultou na destruição de grande parte da cidade e na morte de muitos de seus habitantes. Já Allen *et al* (2018) apontam o estrago feito pelo terremoto sentido na Cidade do México, em 2017, de magnitude 7,1 na escala Richter, lembrando outro, ocorrido 32 anos antes, com magnitude de 8,1. Feres (2014) recorda o terremoto sentido no Haiti, no ano de 2010, que culminou na morte de 200 mil pessoas e outras 600 mil desabrigadas. Santos e Aguiar (2012) relembram o grande tsunami gerado após um terremoto, em 2004, na Sumatra e outros locais no oceano Índico e aponta que o maior terremoto já registrado por sismógrafos ocorreu em 1960, no Chile, destruindo várias cidades. Os autores mencionam ainda que (p.1) “o tsunami gerado na ocasião foi tão forte que chegou a causar mortes no Havaí e Japão, a muitos milhares de quilômetros do Chile.”

Já no Brasil, os sismos são classificados como de pequena magnitude, pois o país se localiza no interior da Placa Tectônica Sul-Americana que, segundo Oliveira (2014), trata-se de área continental estável e apresenta sismicidade inferior às observadas nos limites das placas. Nóbrega e Nóbrega (2016) ratificam a afirmativa quando citam que os terremotos no Brasil são raros, especialmente os de maior magnitude, reduzindo consideravelmente a probabilidade de mortes e desastres. Contudo, eventos ligados a sismologia ocorrem no país e são imprevisíveis levando a consequências drásticas, se atingirem uma região urbanizada.

Os registros de eventos em território brasileiro, até o momento apresentam o óbito de uma criança de cinco anos. Lamentavelmente alcançada pelas ruínas de sua casa, provavelmente executada sem maiores cuidados técnicos, no ano de 2007, no povoado rural de Caraíbas, município de Itacarambi (MG).

Apesar do índice reduzido de ocorrências dessa natureza no Brasil, relatório elaborado por profissionais do Centro de Sismologia da USP e Observatório Sismológico da UnB (2013) aponta que o município de Montes Claros, situado na região norte do Estado de Minas Gerais, vem apresentando indícios de reativação de eventos sísmicos desde o ano de 2012, que estão relacionados a uma falha geológica de orientação NNW-SSE, localizada na região noroeste da cidade.

O Bairro Santos Reis encontra-se inserido na região noroeste da cidade e parte dele situado em um morro que começou o processo de ocupação na década de 1970 e foi apelidado pela população de Morro do Frade. A ideia vislumbrada, na gestão do Prefeito Pedro Santos, foi a criação de um projeto turístico para o morro, que não logrou, devido à invasão de população carente imigrante, que buscava melhores condições de vida na cidade. A região invadida, hoje conhecida como Vila São Francisco de Assis, conta com edificações que não possuem estrutura adequada, devido à falta de elaboração projetual das mesmas.

Além da presença dos sismos naturais, o relatório elaborado pelos profissionais da USP e UnB (2013) aponta que o município conta com centenas de detonações, a maioria de mineradoras do município, e alerta que muitos registros de sismos podem ser facilmente confundidos com essas detonações que ocorrem nas proximidades do Morro do Frade, gerando abalos sísmicos induzidos pela ação do homem.

Ainda não existe uma tecnologia que antecipe eventos sísmicos em uma determinada área. Por isso os projetos arquitetônicos devem ser elaborados considerando a sua iminência. Sobre isso, Carvalho *et al* (2015) apontam que o projeto de uma edificação é o resultado da cooperação entre profissionais da arquitetura e da engenharia. Feres (2014) afirma que os riscos são distintos dentro de uma mesma cidade, já que cada bairro possui a sua influência de fatores sociais e características físico-espaciais, exigindo dessa forma, projetos arquitetônicos elaborados e estudados para cada ambiente específico.

Países que sofreram com sismos de grandes magnitudes já contam com legislações e tecnologias que mitigam a ação dos terremotos no espaço urbano. O Brasil possui, desde 2006, a NBR15421 que trata de projetos de estruturas resistentes a sismos. Contudo, percebe-se que a mesma não foi difundida no país, além da pouca preocupação dos

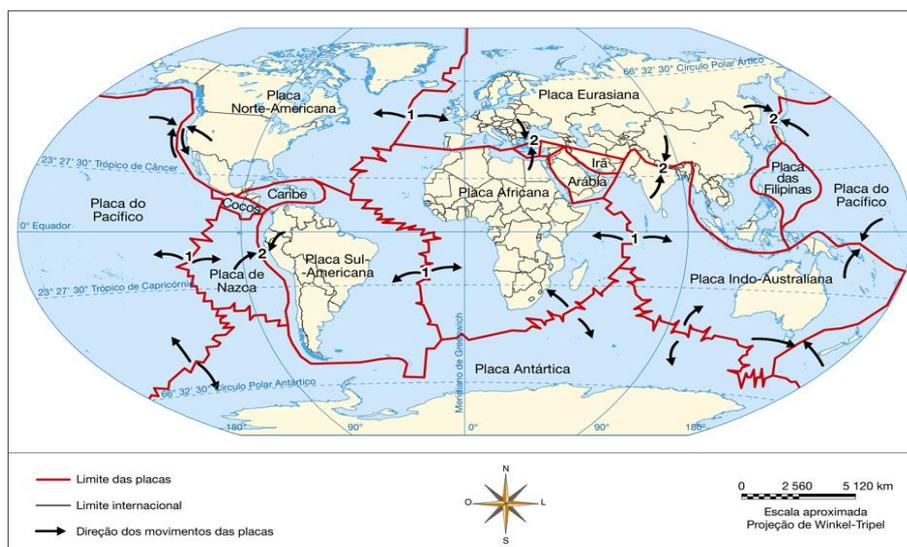
profissionais e setores públicos em assuntos relacionados a incidência de sismos e suas consequências.

Sendo assim, este artigo busca verificar se as edificações situadas no Morro do Frade, em Montes Claros (MG), possuem maior risco de desabamento, devido à falta de acompanhamento profissional associados à eventos sísmicos. Apresenta, de forma didática, os principais aspectos ligados a sismologia e sua ocorrência em escala mundial, federal e municipal. E, de forma sucinta, contextualiza o histórico de ocupação do morro, apresentando ainda o grau e a ocorrência de eventos sísmicos naturais e induzidos ocorridos na região, classificando a população residente mediante dados socioeconômicos. Destaca-se que a região em estudo, segundo dados da prefeitura, é a que mais necessita de aporte da Defesa Civil municipal, quando há a ocorrência de desastres naturais, sendo uma região que vive de perto a relação entre risco e perigo.

PANORAMA DA SISMICIDADE: VULNERABILIDADES

Terremotos são forças da natureza que apresentam grande poder de destruição, ocasionando perdas humanas e materiais. O movimento aleatório das placas tectônicas leva a colisões ou deslizamentos, liberando grande quantidade de energia, que é dissipada por meio de ondas sísmicas afetando o que estiver em seu raio de atuação. O homem consegue estimar a ocorrência desses eventos, mas não precisá-los (ALVES, 2015).

Figura 1 - Divisão da crosta terrestre em placas tectônicas.



Fonte: Brainly, 2019.

A figura 1 apresenta a divisão da crosta terrestre pelas placas tectônicas. O Brasil encontra-se localizado em uma região denominada passiva, sobre a Placa Tectônica Sul-Americana, possuindo pouca atividade sísmica, haja vista, segundo Alves (2015), que os piores terremotos, ao longo da história, foram apurados nos encontros das placas.

Porém, Motta, Souza e Vaz (2016) lembram que também existe a ocorrência de sismos intraplacas – resultado das tensões sofridas nas bordas das placas - que geralmente são de menor magnitude e que são os ocorridos no Brasil. No continente sul-americano, o Peru, o Chile e o Equador são os países que mais sofrem com a incidência de sismos, pois encontram-se localizados no encontro das placas de Nazca e Sul-Americana.

Alves (2015, p.44) aponta que “os parâmetros mais utilizados na caracterização de terremotos são a magnitude e a intensidade”. Nóbrega e Nóbrega (2016, p. 172) acrescentam que entre os dois “o parâmetro que melhor representa os efeitos e danos produzidos pelos terremotos é a intensidade e não a magnitude.” A magnitude é medida através de uma escala desenvolvida pelos sismólogos Charles Richter e Beno Gutenberg (Figura 2). Já a intensidade relaciona as vibrações do solo que são perceptíveis e os danos causados. A escala Mercalli Modificada, apresenta 12 graduações de intensidade (Figura 3), foi desenvolvida por Giuseppe Mercalli e é a mais conhecida para medir esse poder de destruição.

Figura 2 - Escala de Richter.



Fonte: Alves *et al*, 2012

Figura 3 - Escala de Mercalli Modificada.

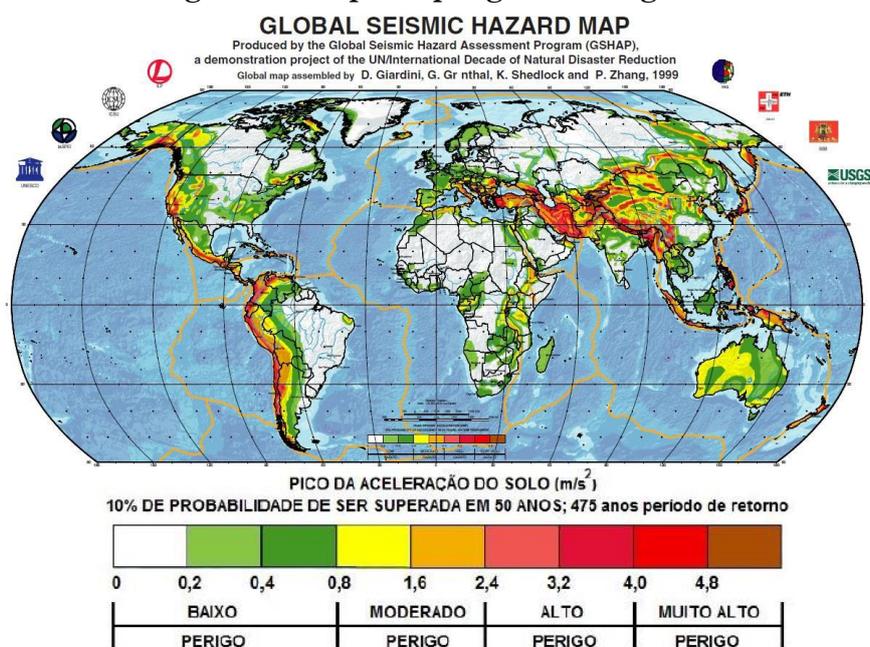


Fonte: Alves *et al*, 2012.

Foi iniciado em 1992 e concluído em 1999, um projeto que envolveu diversas instituições internacionais com o objetivo de criar um mapa global de perigo sísmico de forma coordenada, baseado em métodos probabilísticos de avaliação. O *Global Seismic Hazard Assessment Program* – GSHAP, ilustrado na figura 4, apresenta o Brasil numa região com perigo sísmicos relativamente baixo, com exceções da porção Nordeste e a parte oeste das Regiões Norte e Centro-Oeste.

Os tremores sentidos no Brasil quase sempre possuem magnitude menor que 6,0. Oliveira (2014) aponta que foram registrados 13 abalos sísmicos de magnitude maior ou igual a 5 na litosfera continental brasileira. Porém, há estudiosos que citam a possibilidade de ocorrência de sismos no país com magnitude de até 7,5, sendo o seu período de recorrência em torno de 885 anos (FERREIRA; FERREIRA; ALMEIDA, 2017).

Figura 4 - Mapa do perigo sísmico global.



Fonte: Nóbrega; Nóbrega, 2016

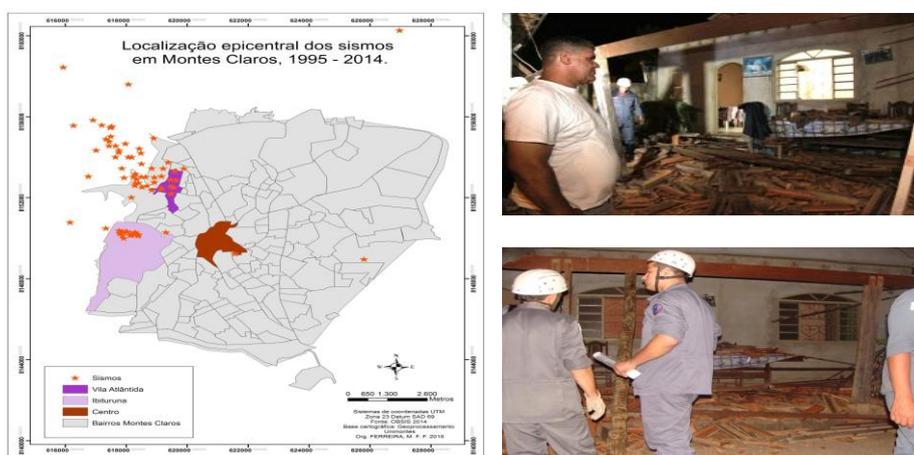
Nóbrega e Nóbrega (2016) afirmam que as regiões que mais apresentam relatos sísmicos no país estão situadas nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Rio Grande do Norte, Ceará e Goiás, porém poucas vezes passando da magnitude 4,0. O evento sísmico que levou a óbito uma criança no país, foi de magnitude 4,6 e, ocorreu no distrito de Caraíbas – Itacarambi, MG, em 2007. O distrito era constituído por estrutura relativamente simples, típica de zona rural, certamente elaborado sem conhecimentos técnicos.

O município de Montes Claros, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), possui população de 361.915 habitantes e densidade demográfica de 101,41 hab/km², sendo o maior município da região norte e a nona maior cidade do Estado de Minas Gerais. Segundo o mesmo Censo, a cidade conta com cerca de 36.4% da população com renda per capita de até ½ salário mínimo, além de 93.4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 56% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 10% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio).

A cidade vem sofrido com ocorrências relacionada à tremores desde o ano de 1978 (OLIVEIRA, 2014). Porém, somente a partir de 1995 que se iniciaram registros instrumentais pelo Observatório Sismológico de Brasília – OBSIS e, a partir de 2012 pelas Estações Sismográficas da Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes. Ferreira; Ferreira e Almeida (2017, p.197) reforçam que “num período de dezenove anos, entre 1995 a 2014, houve cento e cinco tremores de terra, com magnitudes variando de 0,1 a 4,2 na escala Richter”.

Já Oliveira (2014) complementa citando que (p.2) “em 2014, nos meses de fevereiro, março e parte de abril, foram detectados 30 eventos naturais” no município. A mesma autora justifica os tremores da cidade mencionando que eles estão associados a uma “falha geológica de orientação NNW-SSE mergulhando para leste, nas proximidades do bairro Vila Atlântida.” A figura 5 apresenta a localização epicentral de ocorrência dos sismos na cidade entre os anos de 1995 a 2014 e as figuras 6 e 7 apresentam os estragos deixados pelo tremor sentido no ano de 2012.

Figuras 5, 6 e 7 - Localização epicentral dos sismos na cidade e os estragos deixados em 2012.



Fonte: FERREIRA; FERREIRA; ALMEIDA, 2017; Jornal Hoje em Dia, 2012.

Feres (2014) aponta que os níveis de vulnerabilidade e exposição são resultado de processos de desenvolvimento assimétrico, com gerenciamento ambiental deficiente, fruto de urbanização rápida e não planejada, gestão pública falha e escassez de opções de sustento. E, em um espaço urbanizado, segundo Ferreira, Ferreira e Almeida (2017), diversos são os elementos que correm riscos como: às edificações, a população, o sistema de infraestrutura ou equipamentos, a atividade econômica etc, que vão variar segundo três fatores - o perigo potencial de ocorrência de sismos; a exposição/distribuição geográfica dos elementos em risco e a vulnerabilidade dos elementos expostos.

Nóbrega e Nóbrega (2016) expressam o risco sísmico como: risco sísmico = perigo sísmico x vulnerabilidade sísmica e conclui que (p.171) “se não é possível alterar o perigo, pois ele depende essencialmente das características sísmicas da região e do tempo de exposição, resta interferir na vulnerabilidade para amenizar o risco.”

Percebe-se, ao longo das ocorrências sísmicas sofridas no mundo, que os países com índice de desenvolvimento baixo possuem maior vulnerabilidade à sismos sendo atribuído, segundo Ferreira; Ferreira e Almeida (2017), à falta de planos de emergência e disposições claras do Estado quanto à eventos de moderada a forte intensidade.

Feres (2014) destaca a importância do poder público na resolução de prevenção de perdas, de modo a construir cenários que podem encerrar uma série de riscos e/ou gerar novos outros, além de medidas de minimização dos riscos em localidades com assentamentos deficientes ou irregulares, como a fiscalização às obras irregulares, construção em área de risco e às ocupações desordenadas, além do apoio à Defesa Civil e o treinamento dos moradores para situações de desastre e pós-desastre.

METODOLOGIA

Como este trabalho visa um estudo científico quanto à influência da ação dos sismos em edificações, o mesmo possui natureza de pesquisa aplicada já que “objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.51).

Além disso, trata-se de pesquisa exploratória, pois aprimora ideias ou a descoberta de intuições. Esse tipo de pesquisa é caracterizado, segundo Gil (2002), por levantamento bibliográfico, entrevista com pessoas e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Em relação aos procedimentos técnicos, este trabalho teve delineamento através de pesquisa

bibliográfica e estudo de campo, sendo a primeira “caracterizada por material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2002, p.44) e na segunda, estuda-se um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social.

Dividido em quatro etapas, este estudo teve como marco inicial a elaboração da temática norteadora, “Eventos sísmicos e sua implicância nas edificações situadas no Morro do Frade em Montes Claros – MG”. A seguir, foi realizada uma busca de materiais científicos na literatura relacionados à temática, material pesquisado nos meses de junho e julho de 2019.

Definiu-se como critério, materiais elaborados entre os anos de 2012 a 2019 e extraída informações de caráter científico para a composição do estudo. Em paralelo, foi realizado o estudo de campo, onde coletou-se informações dos moradores mais antigos da região bem como a coleta de materiais fotográficos que ratificavam as informações passadas pelos mesmos. Por fim, realizou-se as considerações referentes ao material pesquisado advindo da interpretação da literatura analisada, bem como a análise crítica, apresentando algumas recomendações.

MORRO DO FRADE: DE PONTO TURÍSTICO À ÁREA INVADIDA

A Vila São Francisco de Assis, hoje conhecida como Morro do Frade, é um bairro, criado a partir de invasão irregular, localizado na região do bairro Santo Reis, região norte de Montes Claros - MG. Silva (2012) aponta que “a região onde hoje é o bairro Santos Reis era um local de descanso para os boiadeiros e tropeiros que vendiam e trocavam mercadorias e vinham de regiões próximas como Mirabela e São João da Ponte.”

O bairro desenvolveu-se, assim como a cidade, e em meados de 1950 e início da década de 1960, a prefeitura municipal começou a modificação da região central de Montes Claros. Com a expectativa de modernização do município e, de acordo com relato de moradores, iniciou-se a extração de pedras do morro para a pavimentação da cidade.

O então conhecido Morro do Frade, antes de ser ocupado, era uma mata fechada (figura 8) e servia basicamente para a retirada de lenha pelas senhoras da região. Gabrich (2016) relata que o prefeito da época (1972), Pedro Santos, tinha o projeto de construção de um centro de turismo no morro a partir das tradições religiosas existentes na região do Santos Reis. A proposta era a construção de uma gruta com imagens em tamanho natural,

além de uma pequena capela (figura9) – réplica da existente no bairro, erguendo ainda um cruzeiro em madeira de lei e um terço, em madeira, de grandes contas.

Figuras 8, 9 e 10 - Morro sem ocupação em 1964; Bandeiras do Brasil e de Minas Gerais, em 1972 e Igreja São Francisco de Assis, edificada em 1978 no alto do morro.



Fonte: Acervo Pessoal, 2019; Acervo de Itamaury Teles, 2019.

O acesso ao topo do morro se daria por uma escadaria de cimento, contando com 365 degraus, cada um representando o santo do dia. Para o início do processo de urbanização turística, segundo o jornalista, cobriu-se a montanha com réplicas das bandeiras do Brasil e de Minas Gerais (figura 10), de modo que quem dirigisse ou trafegasse pela Av. João XXIII, teria “a visão dos dois gigantescos lábaros incrustados no morro.”

Moradores relatam que além dessas edificações também houve a construção de um restaurante. O espaço foi inaugurado e, segundo moradores, houve uma tempestade muito forte que danificou todas as obras construídas no espaço. Gabrich (2016) narra que à partir do ano de 1973, iniciou-se as ocupações da região, mencionando: “vislumbrei que o Morro do Frade, no mesmo local onde estava incrustada a bandeira de Minas Gerais, fora invadido com a construção de um barracão de madeira.” A gestão municipal, nesse período, estava a cargo de Moacir Lopes que, aparentemente, não tomou medidas para as invasões, ficando a região ocupada irregularmente (figuras 11 e 12).

Figuras 11 e 12 - Limpeza do morro no período de ocupação.



Fonte: Página Acontece na Maiada - Facebook, 2019.

condições de vida, conjuntamente com o Estado que, por motivos diversos, destina recursos à urbanização das favelas.

No mesmo período, em 1969, conforme dados de Pereira e Lopes (2014), uma das primeiras indústrias da cidade é instalada na região do Distrito Industrial. Os autores destacam que grande parte dos trabalhadores da fábrica vieram para Montes Claros em busca de melhores condições de vida e renda, instalando-se na periferia no início de suas carreiras. A fábrica realiza desde então detonações diárias para obtenção de matéria-prima para o seu produto: o cimento. Além dela, com o passar dos anos outras mineradoras instalaram-se na cidade e Motta, Souza e Vaz (2016) explanam que os tremores induzidos pelo homem possuem pequenas magnitudes, pois são gerados à partir de explosões para exploração de minérios, extração de águas subterrâneas, petróleo etc.

Apesar disso, o relatório realizado pelos pesquisadores da USP/UnB (2013, p.10) destaca que “o foco dos tremores está entre 1 e 2 km de profundidade, bem abaixo da profundidade máxima esperada da camada de calcário na área de Montes Claros” não existindo, portanto, relação direta entre os sismos e a exploração nas pedreiras da cidade.

Dessa forma, diante dos tremores ocorridos na cidade, e que tem como epicentro o próprio morro, e dos abalos induzidos registrados, é esperado que algumas residências sofram com patologias estruturais e até desabamentos, uma vez que as mesmas não possuem estrutura de fundação adequada ao local em que está inserida.

Diante do histórico apontado, infere-se que as casas edificadas não contam com auxílio profissional já que foram construídas por pessoas leigas, sem projeto previsto, o que dificulta alguns aspectos como iluminação e ventilação natural da residência, além da ocupação total do espaço do terreno, que não possui critério de divisão específico.

ARQUITETURA DIRECIONADA PARA SISMOS

A ação de um sismo em um edifício é devastadora, conforme a magnitude do mesmo. Alves *et al* (2012) afirmam que uma das maiores consequências dos sismos é a destruição das construções. Carvalho *et al* (2015) ressaltam que à medida que as fundações se deslocam, o restante da estrutura vai acompanhando-a, mantendo a sua posição inicial. Sendo assim, os primeiros indícios nesses casos são patologias construtivas, como trincas, que se tornam rachaduras e comprometem a estrutura das lajes, fazendo com que essas colapsem, durante a oscilação, vindo a ruir.

Os projetos arquitetônicos e de engenharia no Brasil têm sido concebidos considerando técnicas projetuais convencionais, desprezando a incidência de sismos em algumas localidades. Motta, Souza e Vaz (2016) destacam que diversos abalos sísmicos ocorreram no Brasil e, apesar da baixa intensidade, danificou estruturas, comprometendo o uso e acarretando prejuízos à população. O arquiteto e urbanista possui o papel de ajudar no aperfeiçoamento e funcionamento da área urbana, elaborando planos e políticas de conduta preventiva, beneficiando a população, haja vista que detém capacitação adequada para a realização de projetos seguros e duradouros, dignos e adaptados à realidade local favorecendo, inclusive, a promoção da saúde pública e conscientização ambiental.

A NBR 15421 – Norma Brasileira de Projetos Cíveis Estruturais Resistentes a Sismos - foi criada em 2006 e divide o território brasileiro em cinco zonas sísmicas, segundo o mapa elaborado pela GSHAP. A NBR15421 apresenta que a maior parte do Brasil se encontra situada na Zona 0, onde a incidência de sismos é relativamente baixa. Porém, o histórico percebido no país demonstra que a maior parte dos eventos sísmicos ocorrem no país nesse zoneamento, constituído por centros urbanos, além de grandes obras de engenharia. Além disso, para a Zona 0 a norma dita a seguinte regra: “Para as estruturas localizadas na zona sísmica 0, nenhum requisito de resistência sísmica é exigido”, isentando os profissionais de procedimentos especiais em regiões que possuem históricos relacionados à sismos.

Alves *et al* (2012) listam medidas de construção antissísmica, utilizadas em países como Portugal, onde destaca: (a) redução do tamanho de aberturas de janelas e portas, aumentando a resistência da parede; (b) fixação da edificação com fundações resistentes; (c) fixação de partes da construção umas nas outras, criando uma unidade estrutural; (d) utilização de materiais flexíveis e que suportem maior peso, porém leves e maleáveis; (e) utilização de amortecedores em diagonal aumentando a resistência do edifício; (f) para edifícios altos, utilização de um pêndulo, fixado no último andar, tendo a função de puxar o prédio de volta, quando a inclinação se tornar muito elevada; (g) e o isolamento da base do edifício, separando-a do chão e fazendo com que as vibrações não sejam transmitidas.

Muitas são as ponderações que devem ser realizadas para uma análise estrutural de edificações, considerando fatores como tipologia de solos, características dos materiais utilizados, geometrias e aspectos de sua concepção. Cevallos (2017) lembra que quando se fala de arquitetura também se fala de estruturas, não podendo, portanto, separar um do outro. Nóbrega e Nóbrega (2016, p.162) ponderam que “se não é possível eliminar o perigo

sísmico, o objetivo é diminuir a vulnerabilidade a fim de se ter um risco sísmico aceitável, com um custo econômico e social admissíveis.”

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O histórico apresentado evidenciou as consequências dos eventos sísmicos no Brasil e no mundo. Apesar da baixa intensidade, percebeu-se ao longo deste estudo, que os tremores têm sido cada vez mais recorrentes no país, ocasionando em prejuízos para a população e afetando a sua segurança, já que um óbito foi registrado.

O acelerado processo de urbanização ocorreu em várias cidades do mundo e em Montes Claros isso não foi diferente. O crescimento da cidade em áreas impróprias à ocupação, bem como a adoção de políticas territoriais e urbanas ineficientes aumentaram as situações de perigo e risco aos desastres naturais.

O comportamento do edifício depende principalmente da sua forma, execução, tamanho, geometria e da intensidade como o sismo é distribuído. As edificações situadas na Vila São Francisco de Assis exemplificam bem essa situação já que são fruto de ocupação irregular, foram elaboradas por leigos e estão sujeitas aos danos causados por abalos sísmicos de ordem natural e/ou induzida. Como não possuem estrutura adequada, correm grande risco de ruir sendo uma grande ameaça a população carente ali residente.

Entende-se que Montes Claros apresenta lacunas graves no que tange a fiscalização e regularização da área em estudo, já que a região foi invadida há décadas e, ano após ano, a população residente sofre com os perigos advindos de eventos naturais, não só sísmicos, como chuvas torrenciais que levam a deslizamentos de terra na região do Morro do Frade.

É preciso repensar a regularização dessa localidade, considerando o espaço em sua totalidade. Como as edificações encontram-se muito próximas, intervenções podem causar impacto nas residências adjacentes. Porém, pode-se considerar uma futura desocupação da região, mas não de forma aleatória. Alguns parâmetros, que fizeram essa população se instalar na região, como proximidade do trabalho, da família, devem ser ponderados. Os fatores culturais também devem ser levados em conta para a aceitação da população em relação à uma possível intervenção nesse espaço.

Deve-se ter uma postura enérgica referente às novas edificações e a soluções relacionadas às construções antigas, de modo a mitigar possíveis danos à população residente na ocorrência de sismos. É preciso tomar providências de modo a reduzir a vulnerabilidade

do risco na região, pois é sabido e documentado o epicentro dos sismos no município. Sendo assim, as autoridades devem cumprir o seu papel mapeando as zonas de risco e apresentando o grau de vulnerabilidade das mesmas, evitando tragédias de proporções inestimáveis.

Dessa forma, entende-se que o arquiteto e urbanista possui um papel fundamental e esses profissionais devem repensar as técnicas construtivas nesse tipo de localidade pois, é incalculável o prejuízo que um evento sísmico pode causar em uma região urbanizada. Sem contar os aspectos psicológicos e econômicos ligados a esse tipo de evento, sobretudo em uma região com índices socioeconômicos tão baixos.

Quanto à legislação, sugere-se a revisão da NBR 15421/2006, já que a maior incidência de sismos no país ocorre em regiões em que a norma considera sem risco iminente, baseado em uma avaliação mundial, desconsiderando as peculiaridades de cada região. Além da inferência, no Plano Diretor do município, do risco existente no cenário em estudo, devido ao epicentro dos eventos sísmicos documentados.

Deve-se pensar em soluções de manejo de risco, com mapeamento das áreas, elaboração de planos preventivos municipais, treinamento da população pela Defesa Civil quanto à ocorrência de eventos dessa natureza e soluções mitigadoras às possíveis consequências de catástrofe, como o planejamento prévio e projeto de moradias emergenciais.

REFERÊNCIAS

ALLEN, Richard M. *et al.* **Lições do sistema de alerta precoce do terremoto no México.** EOS: Earth & Space Science News, Paris, 2018.

ALVES *et al.* **A ação dos sismos sobre os edifícios.** Universidade do Porto: Faculdade de Engenharia. Outubro de 2012, 38p.

ALVES, Lorena da Silva. **Controle de vibrações em edifícios altos sujeitos a vento ou terremoto.** Universidade Federal de Goiás: Escola de Engenharia Civil, 2015, 134p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas resistentes a sismos – NBR 15421.** Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. **Censo - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE,** 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> acesso em 18 de jun. de 2019.

CARVALHO, Bruno *et al.* **Porque razão alguns edifícios não caem?** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto: Mestrado Integrado em Engenharia Civil, 2015.

CEVALLOS, Bryan. **Arquitectura em área de movimientos sísmicos.** Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestructura Y Territorio: Foz do Iguaçu, 2017.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano: Ática**. Série Princípios. 3ª edição, nº174, 1995. p.1-16.

FERES, Giovana Savietto. **Habitação emergencial e temporária**. Universidade Estadual de Campinas. 2014, 194p.

FERREIRA, Maykon Fredson Freitas; FERREIRA, Expedito José; ALMEIDA, Maria Ivete Soares de. **Eventos sísmicos e o risco ao perigo natural nos bairros Vila Atlântida e Ibituruna – Montes Claros – MG**. Revista GeoNordeste, São Cristóvão, Ano XXVIII n.2, p.190-208, Jul/Dez. 2017. ISSN: 2318-2695.

GABRICH, Felipe. **De olho no fato**. 2016. Disponível em: <https://www.facebook.com/deolhonofato/>, acesso em 19 de julho de 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, Alex Santos; LEITE, Marcos Esdras. **Análise do crescimento das favelas da cidade de Montes Claros – MG por imagens de alta resolução espacial**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, João Pessoa-PB, 2015.

MOTTA, Ana Lúcia Torres Seroa da; SOUZA, Rafael; VAZ, Luciene. **Análise sísmica nas edificações**. XII Congresso Nacional de Excelência em Gestão e III Inovare – Responsabilidade Social Aplicada. 29 e 30 de setembro de 2016. ISSN: 1984-9354.

NÓBREGA, P. G. B.; NÓBREGA, S. H. S. **Perigo sísmico no Brasil e a responsabilidade da engenharia de estruturas**. Revista Holos, Ano 32, vol. 4, p.162-175, Jun/Jul. 2016. ISSN: 1807-1600.

OLIVEIRA, Rachel Inêz Castro de. **Convivendo com os sismos em Montes Claros/MG**. 8º Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão: FEPEG, 2014.

PEREIRA; LOPES. **Experiências e vivências dos trabalhadores da Companhia de Materiais Sulfurosos S.A. – MATSULFUR de Montes Claros – MG (1969-1994)**. Revista Semina, Passo Fundo-RS, v.13, n.1, p. 286-301, 2014. ISSN: 1677-1001.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico (recurso eletrônico)**: Novo Hamburgo: Feevale, 2013, 2ed. 277p.

SILVA, Tatiany Ferreira Silva. **A Vida na Nova Cidade: O Caso Santos Reis**. Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, 2012.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO; UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **Estudo dos tremores de terra de Montes Claros, MG, de 2012**. Relatório de 11 de março de 2013. Disponível em <http://moho.iag.usp.br>, acesso em julho 2019.

VAL, Gisela Maria do; AQUINO, Julio Groppa. **O grande terremoto de Lisboa e a irrupção de uma nova ordem socioeducativa**. Revista História da Educação (Online), 2019, v.23: e85688, e- ISSN: 2236-3459.

SUZANE FÁTIMA RIBEIRO SANTOS – Bacharela em Arquitetura e Urbanismo pelo IESA e Bacharela em Administração pela UNIMONTES. Designer de Interiores pelo Conservatório Estadual de Música Lorenzo Fernandéz. Especialista em Educação à Distância pela UNIMONTES e aluna especial no Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo da UNIMONTES. Professora no curso técnico em Design de Interiores do Conservatório Estadual de Música Lorenzo Fernandéz, campus Montes Claros.
E-mail: suzane.su@hotmail.com

MARIA IVETE SOARES DE ALMEIDA – Graduada em Geografia pela Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Goiás. Doutora em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Professora titular no Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES. E-mail: ivetgeo@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 22 de setembro de 2019.

Aceito para publicação em 02 de novembro de 2019.

Publicado em 10 de dezembro de 2019.