

# A INFLUÊNCIA DO MAPA SÍSMICO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Gabriel da Silva Fernandes Ribeiro<sup>1</sup>

Luana Bernardete Dariva<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho destaca a existência de um mapa sísmico atualizado para o Brasil, reconhecido no âmbito acadêmico, mas ainda não integrado nas diretrizes construtivas atuais. As práticas de construção considerando riscos sísmicos permanecem guiadas por uma regulamentação desatualizada, que se baseia em padrões globais. Assim torna-se necessário analisar a NBR 15421/2006 à luz deste novo mapa, criado pela rede sismológica brasileira, que reflete as mudanças geológicas observadas durante anos de monitoramento. Esta revisão deve servir como base para novas diretrizes e para expandir as existentes, incluindo aspectos não abordados anteriormente, como a segurança de pontes e viadutos. A atual norma NBR 15421, ao se basear em um único tipo de rocha, falha em considerar as propriedades específicas do solo e a atividade sísmica particular da região do sul de Minas Gerais. Conseqüentemente, as construções que seguem essa norma podem estar correndo risco de serem vulneráveis a sismos, podendo causar danos materiais e ameaçar vidas.

**Palavras-chave:** Sismo. mapa. segurança, Richter, NBR 15421/2006

## 1 INTRODUÇÃO

A engenharia civil está intimamente ligada às características do terreno, e diversas ações são empreendidas com o objetivo de enriquecer os dados necessários para que os cálculos de estrutura sejam apropriados ao tipo de solo que suportará a construção.

Nesse contexto, os dados apresentados pelo Dr. Marcelo Assumpção em 2017, coletados através da rede de monitoramento sismológico no Brasil, são cruciais para a

---

<sup>1</sup> Graduando em Bacharelado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Sul de Minas.

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia de Transportes com ênfase em comportamento e propriedades dos solos, graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. Docente do Centro Universitário do Sul de Minas.

engenharia civil, provocando debates devido à gravidade do tema e às várias catástrofes relacionadas às suas incertezas, contribuindo com informações valiosas para o dimensionamento estrutural.

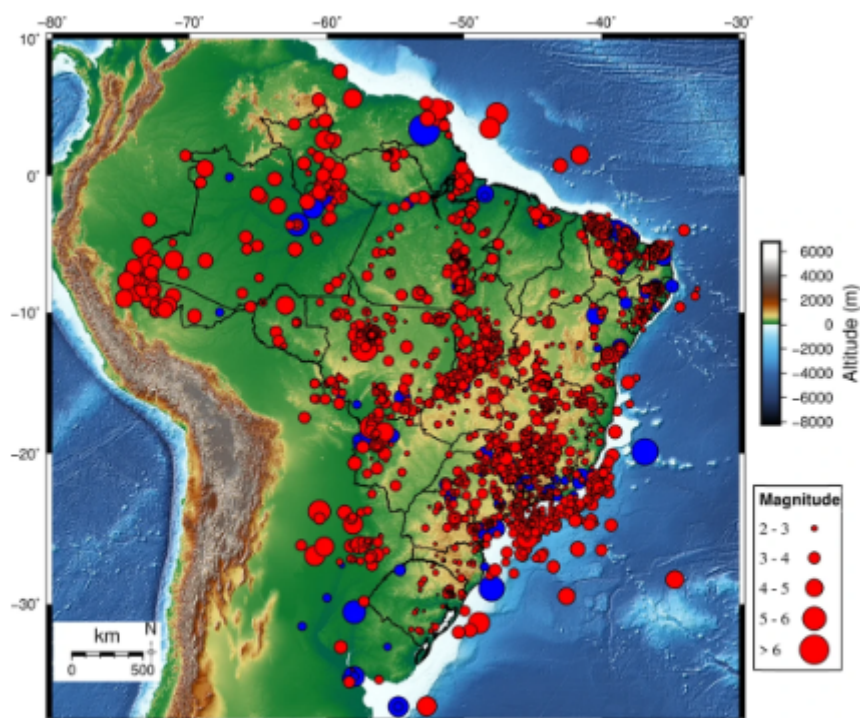
Mesmo com todas as precauções e fatores de segurança implementados no Brasil, o recente mapa sísmico destaca uma mudança significativa nas condições do solo brasileiro em razão das atividades sísmicas observadas, que ultrapassam as diretrizes estabelecidas pela NBR “15421/2006 - Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos”. Regiões que anteriormente não eram conhecidas por sua atividade sísmica agora estão inclusas em um mapa que existe da construção civil não apenas a adoção das medidas previamente estabelecidas, mas também ações preventivas diante da possibilidade de tremores menores, capazes de causar prejuízos estruturais a um edifício, considerando a frequência, magnitude, intensidade e repetição dos eventos.

O Rio Grande do Norte e o Ceará, devido a sua proximidade com a borda da placa tectônica Africana, assim como o Acre, partes do Amazonas e do Mato Grosso mais próximos à placa de Nazca, eram as únicas áreas anteriormente reconhecidas por atividades sísmicas na “NBR 15421”, com o Brasil situado na Placa Sul-Americana.

Embora o Brasil esteja geograficamente distantes dos pontos de encontro das placas tectônicas, o desgaste dessas placas ainda pode provocar atividades sísmicas percebidas a centenas de quilômetros de distância. Residir em um país que, à primeira vista, parece estar livre de terremotos por causa da sua localização distante das fronteiras convergentes das placas de Nazca, Sul americana e Africana, não elimina os riscos associados aos tremores originados tanto de terremotos quanto de falhas geológicas. O fato de não experienciar danos imediatos, que podem se manifestar no futuro, nos oferece a vantagem de antecipar a imprevisibilidade desses fenômenos e adotar estratégias de prevenção.

Considerando a relevância do recente mapa sismológico desenvolvido pela UFRN, UNB, USP e outros, diante da imprevisibilidade e das constatadas atividades sísmicas, torna-se claro a importância de uma análise meticulosa visando reduzir potenciais prejuízos na construção civil no sul de Minas Gerais, seja no aspecto estrutural, ambiental ou social. A ocorrência de sismos no Brasil não é um fenômeno novo com a tendência crescente de construções mais altas e verticalizadas, torna-se cada vez mais crucial focar na segurança conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1: Mapa ocorrências sísmicas até 2023



Distribuição dos sismos no Brasil. Os círculos azuis são os eventos relatados historicamente, enquanto que os círculos vermelhos representam os terremotos registrados a partir de sismógrafos. (LABSIS/UFRN/Divulgação)

Perante os dados e registro de atividades sísmicas, surge uma questão crucial: A engenharia Civil do sul de Minas Gerais deve considerar a atualização do mapa sísmico do Brasil? O objetivo principal deste estudo é examinar a importância do novo mapa sísmico brasileiro para a construção civil na região do sul de Minas Gerais, particularmente em edifícios de múltiplos andares, comparando-o com o mapa anterior e considerando a NBR 15421/2006.

Um foco específico é a comparação entre o mapa de 2006 e o de 2023, à luz de uma série de eventos sísmicos históricos em Minas Gerais. É vital compreender o impacto dessas informações para a construção civil visto que alguns tremores são suficientemente intensos para danificar estruturas, podendo levar ao colapso estrutural dependendo da frequência.

Este artigo visa sensibilizar o setor da construção civil, enfatizando a importância dos dados provenientes da rede de monitoramento de eventos sísmicos no sul de Minas Gerais, informações cruciais para investimentos adequados em estrutura e segurança. Foi

realizada uma comparação entre o mapa sísmico antigo utilizado como referência pela NBR 15421/2006, e o mais recente sublinhando a necessidade de uma atualização para assegurar maior proteção às construções. Esta atualização é fundamental nos dados obtidos pelo monitoramento do Observatório Sismológico da UFRN, UNB e pelo Centro de Sismologia da USP.

Não é viável aguardar a ocorrência de acidentes para tomar medidas preventivas. É imprescindível atentar para os indícios que a Terra tem fornecido ao longo dos anos, registrados por centros de pesquisa especializados, no qual profissionais dedicados e qualificados desempenham suas funções. A Rede de Monitoramento Brasileira (RSBR) tem acompanhado todos os movimentos do solo com o objetivo de alertar a população sobre ações preventivas, evitando que surpresas causadas por abalos sísmicos se transformem em catástrofes anunciadas.

## **2 ABALOS SÍSMICOS**

Segundo pesquisadores da UFPI (2019), os abalos sísmicos, amplamente conhecidos como terremotos, são fenômenos que geralmente provocam insegurança, gerando consequências significativas como prejuízos financeiros, sociais, desabamentos de construções e devastação. Originam-se no interior da terra e podem ser de natureza natural ou induzida. As fontes naturais dos terremotos desenvolvem-se pelo deslocamento das placas tectônicas e atividades vulcânicas, ambas responsáveis pela liberação de energia acumulada, que é expelida através de fendas nas rochas e vulcões .

Estes eventos naturais são imprevisíveis, ocorrendo globalmente sem aviso prévio, mesmo com o avanço tecnológico em equipamentos de monitoramento. Como afirmado por Benavent (2016), é impossível prever terremotos, independente de sua intensidade. Por outro lado, os sismos induzidos são resultados de atividades humanas, como explosões para grandes construções ou extração de recursos naturais, incluindo água e minerais. Embora ocorram, esses abalos induzidos são menos frequentes quando comparados aos tectônicos.

A responsabilidade da engenharia civil em relação aos abalos sísmicos, conforme discutido por Nóbrega & Nóbrega (2016), envolve a coleta de análise de dados sísmicos para entender as características e frequências dos terremotos em diferentes regiões. Estas informações são vitais para o desenvolvimento de normas e práticas de construção mais

seguras, especialmente em áreas propensas a sismos. Portanto, a engenharia civil desempenha um papel fundamental na mitigação de riscos e na proteção de vidas e propriedades contra os efeitos dos terremotos.

## **2.1 A NBR 15.421/2006**

A busca por qualidade e segurança na construção civil levou ao desenvolvimento de normas técnicas específicas, visando garantir o conforto e a segurança dos usuários. Entre as diversas NBRs (Normas Brasileiras Regulamentadoras) existentes, a NBR 15421/2006 é de particular importância.

Para aprimorar a compreensão da base algébrica envolvida, considera-se como referência para calcular a aceleração da gravidade o valor de  $1g$ . Assumpção (2017) define  $1g$  como a força equivalente a lançar algo para o ar. Assumpção (2017) também destaca a necessidade de revisar o zoneamento sísmico do Brasil para a identificação de novas áreas de risco sísmico que anteriormente não eram monitoradas ou consideradas perigosas. Conforme o mais recente mapeamento sísmico, regiões como Ceará e Rio Grande do Norte não são mais os únicos locais com atividades sísmicas registradas no país; agora, áreas como a Amazônia, o Pantanal mato grossense, o centro de Goiás e o sul de Minas Gerais e Acre têm registrado sismos variando de 2,7 a 6,5 na escala Richter.

De acordo com Assumpção (2017) é imprescindível atualizar o mapa de ameaça sísmica, visto que os dados utilizados para a Norma de construção anti-sísmica NBR-15421/2006 estão desatualizados.

A NBR 15.421 é criticada por Wosniak (2017), que alega ter sido elaborada mais por uma questão de adequação às normas internacionais do que por uma necessidade real do contexto brasileiro. Nóbrega e Nóbrega (2016) destacam a falta de normas específicas para pontes, viadutos e outras obras essenciais em todo o território nacional, não contempladas na normatização sísmica atual. Da mesma forma, os autores enfatizam a importância de se atualizar o zoneamento sísmico, levando em consideração as características específicas de cada região do Brasil (Nóbrega e Nóbrega, 2016 apud Assumpção, 2014).

O Brasil apresenta significativa atividade sísmica, contudo, a normatização é complexa por causa das frequentes magnitudes inferiores a 5.0 na escala Richter. A NBR

se concentrou em identificar as intensidades sísmicas capazes de provocar impactos diretos. Embora pareça haver um baixo risco de sismos, a história do país registra diversos terremotos que reforçam a necessidade de uma atualização nas normas, considerando a incerteza dessa atividade geológica. Segue lista de abalos sísmicos em escala Richter de acordo com a USP (2015).

2008 São paulo 5,22009 Coxim 4,9

2010 Acre 4,92010 Acre 6,52011 Rio Grande do Norte 6,0

2014 Minas Gerais 4,2

2015 Acre 6,7

Cada terremoto tem sua força e liberação de energia mensurada conforme a escala Richter, que determina sua magnitude. A extensão dos danos causados por uma terremoto depende de vários fatores, incluindo a distância entre o hipocentro e o epicentro, as propriedades do solo na área afetada, e a estrutura das construções locais.

Uma das características do nosso país é a sua grande variedade de tipos de solo. Segundo a norma da NBR 15.421, o solo pode ser classificado desde a rocha sã até a mole, como apresentado na tabela abaixo.

Figura 2 -

| Classe do terreno | Designação da classe do terreno     | Propriedades médias para os 30 m superiores do terreno   |                           |
|-------------------|-------------------------------------|--|---------------------------|
|                   |                                     | $\bar{V}_s$  | $\bar{N}$                 |
| A                 | Rocha sã                            | $\bar{V}_s \geq 1500$ m/s  | (não aplicável)           |
| B                 | Rocha                               | $1500$ m/s $\geq \bar{V}_s \geq 760$ m/s   | (não aplicável)           |
| C                 | Rocha alterada ou solo muito rígido | $760$ m/s $\geq \bar{V}_s \geq 370$ m/s  | $\bar{N} \geq 50$         |
| D                 | Solo rígido                         | $370$ m/s $\geq \bar{V}_s \geq 180$ m/s  | $50 \geq \bar{N} \geq 15$ |
| E                 | Solo mole                           | $\bar{V}_s \leq 180$ m/s   | $\bar{N} \leq 15$         |
|                   | -                                   | Qualquer perfil, incluindo camada com mais de 3 m de argila mole   |                           |
| F                 | -                                   | Solo que exija avaliação específica, como:<br>a. solos vulneráveis à ação sísmica, como solos liquefazíveis, argilas muito sensíveis e solos colapsíveis fracamente cimentados;<br>b. turfa ou argilas muito orgânicas;<br>c. argilas muito plásticas;<br>d. estratos muito espessos ( $\geq 35$ m) de argila mole ou média. |                           |

fonte:NBR/15421

Conforme o mapa de zoneamento de risco a sismo, a maior parte do Brasil encontra-se na zona 0, onde os cálculos de risco são baseados considerando a rocha sã segundo a figura 4:

Tabela 2 - Tabela zona sísmica

| Zona sísmica | Categoria sísmica |
|--------------|-------------------|
| Zonas 0 e 1  | A                 |
| Zona 2       | B                 |
| Zonas 3 e 4  | C                 |

Fonte:NBR/15421

Segundo o padrão NBR, na área designada como zona 0, não se faz necessário atender a critérios de resistência a terremotos, o que significa que a aceleração sísmica horizontal é estipulada em 0.25g, equivalente a 2,5% da aceleração gravitacional. A maioria do território brasileiro segue diretrizes de cálculo que consideram rochas íntegras ou rochas em geral. Contudo, essa normatização precisa ser atualizada para incluir diretrizes relativas aos diferentes tipos de solo presentes no extenso território nacional. Adicionalmente, conforme mencionado nos registros do 56º congresso Brasileiro de concreto(2014,p.14), existe um problema relevante a ser resolvido: a ausência de normas

brasileiras que forneçam orientações específicas sobre disposição das armaduras em projetos, um aspecto crucial para qualquer construção.

## **2.2 TREMORES EM MINAS GERAIS**

Com a revisão recente do mapa de risco sísmico realizada por pesquisadores do Centro de Sismologia da USP em 2017, o sul de Minas Gerais emergiu como uma das áreas recém-incluídas no mapa sísmico atualizado do Brasil. Considerando as características do solo em Minas Gerais e os eventos sísmicos já registrados é imprescindível re-avaliar o impacto deste novo mapa sísmico sobre a construção civil em Minas Gerais

Embora o Brasil esteja situado em uma área de baixa atividade sísmica, não se pode ignorar os terremotos de intensidade baixa a média que ocorrem ocasionalmente em Minas Gerais. Um exemplo notável são os quatro pequenos tremores que foram registrados uma hora antes do colapso da barragem em Mariana. Estes eventos, embora isoladamente possam parecer insignificantes, podem ao longo do tempo e com recorrência de tais incidentes comprometer a integridade estrutural de construções.

Segundo pesquisa realizada pela Universidade Nacional de Brasília (UNB, 2022), foram 53 abalos sísmicos registrados no ano de 2022 em Minas Gerais, Divinópolis, cidade localizada a aproximadamente 200 km de Varginha-MG foi a cidade com o maior número de tremores de terra no ano de 2022.

O sul de Minas Gerais é destacado como uma área sem diretrizes específicas para guiar o planejamento de construções em relação a riscos sísmicos de acordo com a NBR 15421, devido à ausência de normas que considerem tais possibilidades. Com base nas informações recentes, torna-se essencial a criação de normas voltadas para orientar meticulosamente as técnicas de construção visando a proteção de edifícios contra eventuais sismos.

De acordo com Assumpção (2017), o mapa referenciado pela NBR 15421 é derivado de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos, utilizando como base o mapa de 1995. Este mapa, conteúdo, é considerado obsoleto e não reflete adequadamente a realidade das atividades sísmicas em Minas Gerais, desde o norte até o sul do estado,



evidenciando a necessidade de uma atualização para capturar mais precisamente a situação sísmica da atual região.

Em entrevista ao G1 o professor e pesquisador George Sand França, relatou que o tremor ocorrido em Poços de Caldas com magnitude de 2,8 na escala Richter ocorrido no dia 31/01/2023 é um tremor ainda de magnitude pequena, mas que serve de alerta pois não como identificar se o próximo abalo sísmico será maior ou menor.

A figura 2 apresenta o cenário dos abalos sísmicos de magnitude entre 2 e 5 entre os anos de 2019 e 2023.

Figura 2: Mapa de abalos sísmicos



Fonte: Centro de sismologia USP

Conforme evidenciado, esses eventos sísmicos têm a possibilidade de ocorrer em solo brasileiro em qualquer região, geralmente os de magnitudes mais altas costumam ter intervalos de aproximadamente 5 anos com magnitudes significativas com grandes chances de causar danos. Um incidente desse tipo foi registrado em Minas Gerais em 2022

segundo o Centro de Sismologia da Universidade Federal de São Paulo, podendo se repetir em qualquer localidade e momento.

Baseando-se no entendimento técnico do terreno no Brasil, e mais especificamente sobre as características do solo em Minas Gerais, percebe-se que a NBR 15421 não está alinhada com a realidade local, tanto em termos das condições do solo quanto da atividade sísmica.

De acordo com Marcelo Assumpção (2017), “embora a ameaça de terremotos no Brasil seja relativamente baixa, a vulnerabilidade é elevada, o que torna necessário levar em conta o risco sísmico”. Deste modo, a redução da vulnerabilidade e dos riscos associados é possível por meio da intervenção no método de cálculo estrutural e do método construtivo.

### **2.3 Abalos sísmicos x modelo adequado**

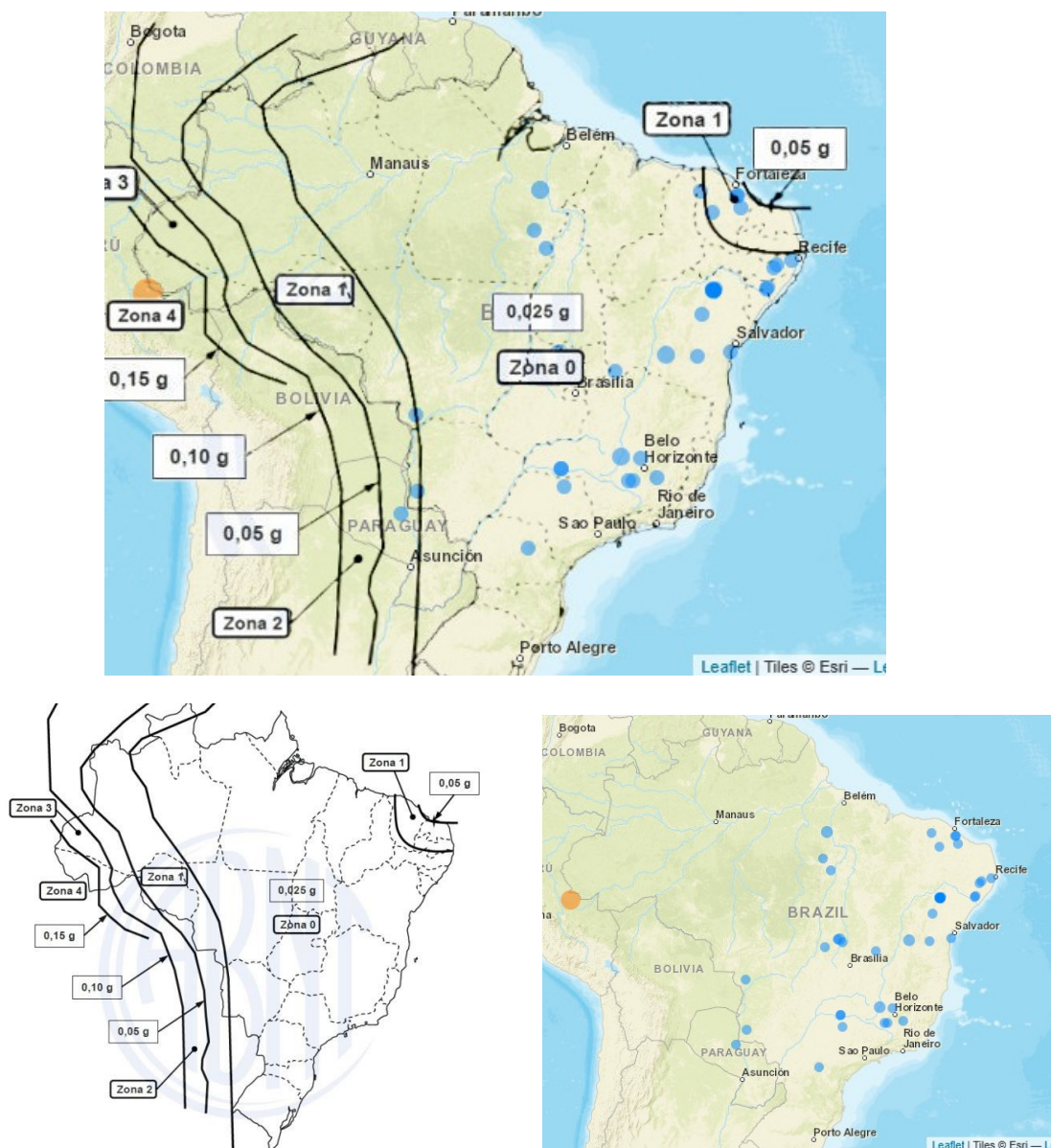
O Brasil, com suas grandes dimensões e variabilidade no comportamento do solo, exige uma avaliação minuciosa das normas de construção em cada região, considerando as características específicas do solo e a potencial atividade sísmica.

É fundamental a adoção de desenvolver um modelo de construção adequado para cada região, ou a adoção de dispositivos anti sísmicos, como apresentado na 5ª edição do Fórum Urbano Mundial, realizado no Rio de Janeiro em 2010, foi apresentado um modelo de habitação para o Haiti, país que sofreu um devastador terremoto em 2010 que ceifou a vida de 230 mil pessoas. Nesse modelo, utilizam-se resíduos de pneus para amortecer impactos sísmicos. Assim como esse modelo foi desenvolvido para o Haiti, ainda que após o terremoto, é necessário avaliar cada região brasileira individualmente e estabelecer normas que permitam projetar construções com base nas características sísmicas locais, adotando uma abordagem preventiva.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Ao analisara norma em contraste com as informações fornecidas pelo novo mapa sísmico, torna-se evidente a disparidade entre ambos os conjuntos de dados. Na figura 3 foi colocado o mapa de zoneamento da NBR 15421 sobreposto ao mapa disponibilizado pelo centro de sismologia da USP 2023 de sismos em 2023.

Figura 3:



Fonte: Adaptação

Observa-se que uma vasta região, incluindo o sul de Minas Gerais, é classificada como zona 0 e categoria sísmica A. Isso implica que não se faz necessário adotar métodos

construtivos que considerem coeficientes de segurança em relação à sismicidade, ou seja, “não há exigência de requisito de resistência sísmica”. (IBRACON, 2014, P.06).

A comparação visual entre os dois mapas revela que em 2023 houve significativamente mais atividades sísmicas nas áreas não demarcadas do que nas regiões já mapeadas pela NBR 15421 e segundo dados do Centro de Sismologia da universidade de São Paulo em 2022 o número de abalos sísmicos em Minas Gerais aumentou em 245% em relação ao ano anterior . Portanto, é urgente realizar uma análise detalhada do subsolo de Minas Gerais visando uma normatização adequada, assegurando que todas as construções não só as que possuem normas brasileiras específicas como viadutos, obras hidráulicas, grandes edificações ou usinas nucleares que utilizam até seu desing estrutural feito para suportar terremotos como foi destacado na revista da ELETROBRAS (2011), atendam às suas funções sociais e ambientais o importante seria olhar as demais obras especiais assim como para as Hidrelétricas. A falta de uma norma que considere as peculiaridades regionais do Brasil aumenta a vulnerabilidade da sociedade, que fica desprotegida em eventuais situações de desastre, devido à inadequação da norma vigente à realidade.

A prevenção é essencial, já que as consequências podem ser graves. A terra tem demonstrado sua capacidade e, com as informações do novo mapa, cabe à engenharia civil normatizar os dados e construir com a máxima segurança, reduzindo a vulnerabilidade social.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização de um mapa sismológico desatualizado na construção civil pode acarretar uma série de consequências negativas. Primeiramente, tal prática pode levar ao subdimensionamento das medidas de segurança sísmica nos edifícios. Isso significa que as estruturas podem não estar adequadamente preparadas para resistir aos terremotos atuais, aumentando o risco de colapsos e danos significativos durante um evento sísmico. Além disso, a falta de informações atualizadas pode resultar em uma inadequada escolha de materiais e técnicas construtivas, comprometendo a integridade estrutural das edificações.

É um fato reconhecido que existem tremores de terra no Brasil e que o zoneamento atual conforme a NBR não abrange adequadamente a diversidade de solos e atividades

sísmicas em cada região. Isso evidencia a necessidade de atualizar essas normas para refletir as variações presentes em nosso extenso território. O sul de Minas Gerais é mais uma das regiões que precisa começar a incorporar a possibilidade de atividades sísmicas em seus projetos de construção, em especial nas edificações públicas essenciais como hospitais, quartéis de bombeiros, delegacias, escolas, sedes governamentais, estações de tratamento de água e esgoto, entre outros. Estes edifícios precisam permanecer operacionais durante crises para atender às necessidades emergentes.

A NBR 15.421/2006 não corresponde à realidade do País, e é essencial revisar as normas disponíveis para engenheiros em projetos estruturais, especialmente para edifícios de múltiplo andares.

A atualização desses dados é vital para assegurar a segurança sem comprometer vidas humanas por falta de informações adaptadas às variáveis realidades locais. Respeitar as características do solo é crucial para o êxito da engenharia civil. Com as novas tecnologias disponíveis, as construções modernas têm mais recursos para prevenir desastres. Não se deve esperar que algo aconteça para adotar medidas apropriadas a cada região e sua característica sísmica. A antecipação é a chave para evitar perdas humanas ou traumas. É como contratar seguro pro carro, contratamos não porque vamos ter o carro roubado, mas pela possibilidade de acontecer contratamos com a esperança de não precisar utilizá-lo.

Existe a probabilidade de ocorrência de sismos, porém há uma carência de normas que considerem os dados sísmológicos recentes e o novo mapa, para estabelecer e guiar as práticas atualizadas de engenharia na região de Minas Gerais.

### **ABSTRACT**

This study highlights the existence of an updated seismic map for Brazil, recognized in academic circles but not yet integrated into current construction guidelines. Construction practices considering seismic risks continue to be guided by outdated regulations based on global standards. Therefore, it is necessary to analyze NBR 15421/2006 in light of this new map created by the Brazilian seismological network, which reflects geological changes observed over years of monitoring. This review should serve as a foundation for new guidelines and for expanding existing ones, including aspects not previously addressed, such as the safety of bridges and overpasses. The current standard NBR 15421,

by relying on a single type of rock, fails to consider the specific properties of the soil and seismic activity particular to the southern region of Minas Gerais. Consequently, constructions following this standard may be at risk of vulnerability to earthquakes, potentially causing material damage and threatening lives.

Keywords: Seismic activity, map, safety, Richter scale, NBR 15421/2006.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos - procedimentos** - NBR 15421. Rio de Janeiro 2006.

WOSNIAK, F. **Palestra Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos** In: 23.<sup>a</sup> Semana da Engenharia, 7., 2017, Curitiba, Instituto De Engenharia do Paraná. disponível: [\(\(3\) Palestra Projeto de Estruturas Resistentes a Sismos - YouTube\)](#) acessado 09/11/2023

CENTRO DE SISMOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. **Últimos terremotos**. Disponível: [\(Últimos Terremotos | Centro de Sismologia \(USP\)\)](#) acessado 14/11/2023

DANTAS, R.O.O.; NÓBREGA, S.H.S.; NÓBREGA, P.G.B. **Uma discussão prática e didática da norma brasileira NBR 15421 para o projeto de estruturas considerando ações sísmicas**. 56º Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON. Natal, IBRACON, 2014.

PAIVA NETO, J.B.; NÓBREGA, P.G.B.; NÓBREGA, S.H.S. **Avaliação da resposta sísmica de edifícios de concreto na região nordeste segundo métodos da NBR 15421**. 58º Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON. Belo Horizonte, IBRACON, 2016.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Observatório Sismológico UnB. **Últimos Eventos Naturais 2023**. Disponível em: [Observatório Sismológico - SIS/UnB](#) acessado 20/11/23

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS. **Núcleo de Estudos Sismológicos da Unimontes divulga estudo sobre tremores de terra no Norte de Minas**. 2017. Disponível em: [Desde a criação do Núcleo de Sismologia da Unimontes, monitoramento mostra 151 tremores de terra no Norte de Minas - Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes](#)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Professor da USP vai abordar risco sísmico brasileiro**. 2017. Disponível em: [Professor da USP vai abordar risco sísmico brasileiro – UFMG 90 ANOS](#) acessado: 14/11/2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE Montes Claros. **Estudo mapeia tremores de terra que sacudiram Minas Gerais**. Disponível em: [Estudo mapeia tremores de terra que sacudiram Minas Gerais - Gerais - Estado de Minas](#) Acesso: 16/11/2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. **Tremor de terra assusta moradores de Martinho Campos, MG**. Disponível em: [Tremor de terra assusta moradores de Martinho Campos, MG; veja VÍDEO | Centro-Oeste | G1 \(globo.com\)](#) acessado 19/11/2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Novo tremor assusta Sete Lagoas** disponível em: [Novo tremor assusta Sete Lagoas - Gerais - Estado de Minas](#) acesso: 16/11/2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ. disponível em: [Pesquisadora da UFPI explica origem dos abalos sísmicos em Teresina](#) acesso: 20/11/2023

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Centro de Sismologia**. Disponível em: <https://moho.iag.usp.br/eq/latest> Acesso em:; 28 de novembro de 2023

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Centro de Sismologia USP monitoram terremotos em todo País 2023**. Disponível ([Sentiu aí? Pesquisadores da USP monitoram terremotos em todo o País – Jornal da USP](#)). Acesso 15/11/2023

**ELETROBRAS. REVISTA ELETROBRAS ELETRONUCLEAR**, Angra dos Reis 10 maio. 2011 Critérios de segurança adotados para as usinas nucleares: disponível em: [Microsoft Word - Segurança Final com ref Anexos.doc \(eletronuclear.gov.br\)](#) acesso: 24/11/2023

LAGE, A. Tremores de terra disparam 245% em Minas, com 83 abalos só em 2022. **JORNAL HOJE EM DIA**, Minas Gerais 8 janeiro. 2023. disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/minas/tremores-de-terra-disparam-245-em-minas-com-83-abalos-so-em-2022-1.941829>) Acesso: 20/11/2023