

AVALIAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS RISCOS DE INCÊNDIO PÓS-ABALO SÍSMICO EM EDIFICAÇÕES

QUADRI, Luiz Gustavo¹
TOZO NETO, Júlio²

RESUMO: O artigo tem como objetivo fazer uma busca em referências bibliográficas de eventos onde ocorreram incêndios pós-abalos sísmicos em centros urbanos. Em uma primeira etapa, foi feita uma busca bibliográfica para identificar os eventos, suas causas, e inserir os dados obtidos em tabela e gráfico para melhor visualização e identificação de padrões. Assim, pôde-se concluir que existe uma correlação entre alguns agentes para que se aconteça este fenômeno. Os agentes causadores mais encontrados foram os curtos-circuitos em instalações elétricas com 40% das ocorrências e tubulações de gás danificadas com 40%, também houve outros agentes encontrados, a combustão em loja de químicos com 13% e utilização de fogo para cozinhar com 7%. Assim pôde-se presumir que as causas mais comuns encontradas são pontos de extrema vulnerabilidade em edificações sendo assim pontos de risco para estes locais.

Palavras-chave: abalos sísmicos, terremotos, fogo, incêndios.

¹Luiz Gustavo Quadri, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel - PR. E-mail: gustavoquadri@gmail.com.

²Julio Neto Tozo, Mestre, Engenheiro Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR.

1. INTRODUÇÃO

No mundo existem diversos patrimônios históricos culturais sendo visitados todos os dias por milhares de pessoas. A catedral de Notre Dame, na França, por exemplo, chega a receber durante o ano um total de 13 milhões de visitantes. O museu francês de Louvre teve 8,1 milhões visitantes em 2017, e a catedral da Sagrada Família em Barcelona recebe anualmente 20 milhões de pessoas, relata a BBC (2020). Com base nestes dados, é perceptível a importância de se manter a segurança destes locais, a fim de que sejam evitadas catástrofes e mitiguem-se os danos causados por eventos inesperados. Ainda que, geralmente, estas edificações mais antigas possuam alguma proteção estrutural, elas não foram planejadas para receber instalações modernas, tais como cabeamento elétrico e tubulações de gás. Assim, faz-se necessário pensar também a segurança contra incêndios. Um caso emblemático e recente foi o incêndio na Catedral de Notre Dame, retratado na Figura 2, que ocorreu no ano de 2019 (FERREIRA, 2019).

Fatos de incêndios neste tipo de edificação já foram relatados no Brasil, Silva (2018) cita alguns casos como o do Hotel Pilão em Ouro Preto - MG em 2003; Museu histórico e Pedagógico Amador Bueno da Veiga em Rio Claro-SP em 2010; Mercado Central de Porto Alegre-RS em 2013; Museu da língua Portuguesa em São Paulo-SP em 2015; Cinemateca Brasileira São Paulo-SP em 2016; e Edifício Wilton Paes de Almeida São Paulo-SP em 2018 – retratado na Figura 2. Ainda, segundo Silva (2018), a perda de elementos culturais nestes edifícios será irreparável, por conseguinte, não há como se quantificar financeiramente o prejuízo causado por estes incêndios.

Apesar de não serem ocorrências comuns no Brasil, outra adversidade de grande impacto e que costumeiramente causa danos gigantescos em edificações são os abalos sísmicos – e que, muitas vezes, trazem inclusive sua destruição total. Segundo Penã (2012), a não previsão desse tipo de evento em projetos causa a perda de um considerável o número de vidas humanas e também grandes prejuízos econômicos.

A América Latina foi palco de terremotos muito potentes nos últimos anos (BBC, 2017). Em 22 de maio de 1960, no Chile, um tremor com um grau de magnitude 9,5 deixou dois mil mortos e dois milhões de feridos, além de ter provocado erupções de vulcões e um maremoto que destruiu cidades do litoral chileno. Outro exemplo marcante foi o terremoto que aconteceu em 12 de janeiro de 2010 no Haiti – que pode ser observado na Figura 3. Esse evento deixou 316 mil mortos, 350 mil feridos e mais de 1,5 milhões de desabrigados. Os números são expressivos e mostram a importância do planejamento para que se possam

diminuir os danos neste tipo de evento que tem a capacidade de devastar um país inteiro, e trazer grandes perdas, como vidas humanas, destruição da infraestrutura do local do fenômeno, destruição de bens como edificações históricas que têm um valor imensurável para a cultura de uma nação. São danos que, para serem reparados, demoram muito tempo e alguns nunca mais conseguem ser reparados.

Por conta disto, e direcionando o escopo da análise para a segurança das edificações, este estudo foca no risco de incêndio em edificações após a ocorrência de abalos sísmicos. Este tipo de situação ocorreu em 1º de setembro de 1923 na região de Kanto no Japão onde, logo após um terremoto, houve um grande incêndio (EBC, 2015) e também na cidade de Lisboa em Portugal em 1755. Flynn (2010) relata que não é rara a ocorrência de incêndios após abalos sísmicos.

As edificações históricas atualmente em uso precisaram ser modernizadas para o recebimento de visitantes e eventuais alterações no tipo de ocupação. Sua estrutura original não previa a existência de tubulações de gás e instalação elétricas, o que gerou a necessidade de adaptações, sendo acrescentados muitos cabos e acessórios. Scawthorn (1986) alega que as principais razões para a causa de incêndios pós-terremotos são curtos-circuitos, abrasões e reações químicas, muitas vezes causadas por estes elementos complementares. Além disso, por conta de suas características urbanísticas, tais centros urbanos costumam apresentar uma grande densidade de edificações – normalmente geminadas – além de ruas estreitas, o que facilita a propagação de incêndios (TOZO NETO & FERREIRA, 2020).

Assim, esta pesquisa se justifica pela importância da preservação de edificações principalmente as de arquitetura histórica e pelo grande risco de incêndio gerado devido a sua modernização. O impacto de um terremoto vai além de danos físicos na estrutura de uma edificação. Os deslocamentos e danos causados podem fazer com que curtos-circuitos e outros problemas se tornem o início de focos de incêndio. Assim, esta pesquisa visou avaliar os padrões de comportamentos de pós-abalos sísmicos onde ocorreram incêndios, para verificar a relação entre estes desastres. Para tanto, a pergunta a ser respondida é: quais são esses perigos e como identificá-los de maneira efetiva?

Este estudo tem como objetivo identificar e qualificar os pontos de maiores riscos de incêndios em edificações após um terremoto. Salienta-se que, para que este trabalho científico possa ter pleno êxito, serão propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) Listar casos documentados de incêndios em edificações históricas após um terremoto;
- b) Criar tabelas ou gráficos para facilitar a visualização das correlações;

- c) Sugerir ações de mitigação de danos;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo refere-se aos temas que pleiteiam o assunto abordado nesta pesquisa, com a intenção de instituir embasamento teórico, atribuindo credibilidade à presente pesquisa, que refere-se à avaliação e à qualificação de riscos de incêndio pós-abalo sísmico em edificações históricas.

2.1.2 Abalos sísmicos, suas escalas e perigos

Segundo Santos (2014), os abalos sísmicos mais trágicos geralmente ocorrem no encontro das placas tectônicas. As ações geológicas nestas regiões são muito intensas; também é onde encontram-se vulcões operantes e cadeias de montanhas devido à formação e à destruição das placas. O autor ainda relata que o contato entre a litosfera e o manto causa liberação de energia e tensão, assim, as vibrações podem ser sentidas na superfície e, no momento em que a energia acumulada das tensões é liberada, ela atinge as placas e ocasiona o deslocamento das mesmas.

Wicander (2009), por sua vez, descreve que os abalos sísmicos são um tremor provocado pela liberação contínua de energia, geralmente devido à falha causada pelo deslocamento das rochas, e após a liberação principal de energia ainda podem ocorrer várias outras, sendo na maioria das vezes com uma liberação de menor intensidade.

Santos (2014) ainda salienta que as principais causas que originam os terremotos são três processos geológicos: as causas tectônicas que ocorrem devido às correntes de convecção no interior do planeta onde a tensão é acumulada e libera energia; as causas vulcânicas originadas de explosões internas, colapsos ou acomodações nos vazios devido à expulsão de magma e os desmoronamentos internos superficiais originados devido à dissolução das rochas subterrâneas calcárias, acomodações de blocos superiores e acomodações dos sedimentos pelo seu peso e por se acomodar em camadas de argila.

Os terremotos, na maioria das vezes, são medidos em duas categorias: a intensidade e a magnitude. A intensidade está atrelada às perdas e aos danos; e a magnitude refere-se à quantidade de energia liberada. A escala de Magnitude Richter, que é geralmente usada, é uma escala logarítmica que se inicia por 01 (um) e não há limite de término. Nesta escala cada

número inteiro representa um aumento de aproximadamente 31,6 vezes na quantidade de energia liberada (PREVE, 2017).

De acordo com Wicander (2009), estas medidas auxiliam as companhias de seguro, pois é possível se ter uma base dos danos causados pelos abalos sísmicos. Lopes e Nunes (2011) relatam que a escala Mercalli Modificada (MM) é a mais utilizada no ocidente, sendo escrita em números romanos e pode ser observada na Figura 4.

Figura 4: Escala de Mercalli e Escala Richter.



Fonte: Hi7 (2020).

Além dessas, Hanks e Kanamori (1979) apontam uma nova escala de magnitude, a escala MW (de magnitude de momento sísmico). Comparada às outras, esta escala pode ser considerada a mais confiável, pois ela não apresenta saturação ao longo de extensão das magnitudes calculadas. Isso acontece devido ao fato de ela ser rigorosamente proporcional ao

logaritmo do momento sísmico e propiciar um comportamento uniforme em todas as suas magnitudes (SCORDILIS, 2006).

Segundo Pena (2016), o maior terremoto já registrado foi no ano de 1960, na América do Sul, no Chile. Este evento é conhecido como “O Grande Sismo do Chile” e atingiu a marca de 9,5 graus na Escala MW. O site G1 da emissora Globo (2016) relata que um estudo feito pela seguradora suíça Swiss Re mostra que 280 milhões de pessoas poderiam ser afetadas por terremotos críticos. Ainda destaca que, em algumas regiões, uma catástrofe dessas pode ter efeitos severos na economia nacional, como em Lima, no Peru, e San Jose, na Costa Rica. Estas cidades são consideradas as principais regiões de produção para estes países.

Lopes e Nunes (2011) simularam cenários sísmicos no Brasil e os danos que poderiam ser causados caso houvesse algum tremor de magnitude de intensidade moderada em cidades e grandes obras como a cidade de São Paulo e usinas hidrelétricas. Eles ainda citam que um abalo sísmico com magnitude aproximada de 6 é um acontecimento raro, mas se acontecer a uma distancia de 50km de uma barragem, poderia ocasionar a destruição da mesma.

Scawthorn (1986) relata que um dos terremotos mais prejudiciais foi o de San Francisco de 1906 e Tóquio 1923, onde 80% dos danos foram devido ao fogo pós-terremoto, em San Francisco teve um total de 28.000 edifícios destruídos.

2.1.3 Incêndios e suas causas

Pieniak e Salgado (2017) relatam que depois do caso nacional da tragédia da Boate Kiss, as normas de segurança e prevenção contra incêndios ficaram mais rígidas em todos os setores onde as normativas devem ser empregadas. Ainda concluem que uma das importantes causas de incêndios em edificações ocorre pela ausência de projetos contra incêndio e pânico. Além dos elementos que estão em desconformidade com a norma, por exemplo, a não sinalização das rotas de fugas e a não existência de extintores nos locais adequados.

Pollum (2016) estabelece que, geralmente, o fogo se inicia a partir da ignição de um material combustível. E que se estiver em um estado favorável para a ignição e tiver matérias semelhantes em sua proximidade, a combustão dos mesmos tende a ser mais rápida e mais forte. Internamente, é comum ocorrer este tipo de combinação nas edificações.

Segundo Gouveia (2006), o caminho mais comum da propagação de um incêndio em edificações históricas se encontra no espaço entre o forro e o telhado. O autor explica que o

forro de madeira geralmente é consumido pelo incêndio que chega até a estrutura do telhado, que acaba desabando sobre os próximos compartimentos.

Scawthorn (1986) relata que incêndios que acontecem após terremotos geralmente causam danos menores que aqueles causados pelos próprios abalos sísmicos, mas que isto pode se inverter dependendo da situação. As causas do início dos incêndios podem variar, sendo algumas delas advindas de lareiras, velas, aquecedores, curtos-circuitos elétricos, arco de linhas de energias, equipamentos que entram em contato com detritos, fricção e faíscas durante os tremores, entre outros.

2.1.4 Risco de conglomerações urbanas

A exigência de que se façam reestruturações espaciais locais veio com a revolução industrial devido ao grande aumento da urbanização no mundo inteiro, atingindo um alto grau no século XXI, assim nas áreas tidas como de risco provocando desastres naturais. (ZAMPARONI, 2012).

O site GZH (2010) relata que o Presidente da Associação Sul-Brasileira de Geólogos, Ivan Luís Zanette alega a tese de que terremotos são muito comuns, e assegura que se ocorre um terremoto de 9 graus na escala Richter em um local descampado, quem estivesse neste local não sofreria danos, e explica que a maioria das mortes é causada pelas grandes aglomerações urbanas onde o que geralmente mata as pessoas é o desabamento das construções.

O relatório do *World Bank & United Nations* (2010) relata que as catástrofes naturais nos mostram como decisões previamente tomadas no âmbito coletivo e individual referente à expansão desregulada de áreas urbanas e à má implantação de infraestruturas de saneamento. E todos os outros agentes que fazem parte desta correlação podem causar grande impacto socioeconômico e ambiental nas regiões em que se passa o evento.

Para Parizzi (2014), o gerenciamento de risco deve ser prioridade e constante nos centros urbanos, pois os centros estão se tornando cada vez maiores e a maneira inadequada de como estão ocupando os terrenos aumenta a vulnerabilidade e consequentemente o grau de risco para todo tipo de desastre.

O site Exame (2016) relata um fato que ocorreu em Taiwan, onde aconteceu um terremoto de magnitude 6,4 na escala Richter, e um prédio de 17 andares desabou deixando 115 feridos, e a linha de trem de alta velocidade foi obrigada a parar devido ao terremoto.

2.1.5 Normas e procedimentos técnicos para segurança dos usuários

Para a se fazer um projeto de prevenção contra incêndio e pânico necessita se basear nas normas e procedimentos técnicos (NPT) do Código de Segurança contra incêndio e Pânico. Utilizando principalmente as Npt's: 11, 18, 20 e 21.

A NPT 11 estabelece os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento das saídas de emergência, para que os usuários possam desocupar a edificação, em caso de incêndio ou pânico, completamente protegido em sua integridade física, e permitir o acesso de guarnições de bombeiros para o combate ao fogo ou retiradas de pessoas.

Nesta NPT as edificações são classificadas quanto à ocupação e altura, seguindo o CSCIP.

Classifica-se como saída de emergência: acessos, rotas de saídas horizontais, quando houver, e respectivas portas ou espaço livre exterior, nas edificações térreas; escadas ou rampas; descarga. As saídas de emergência são dimensionadas em função da população da edificação, que é calculada de acordo com a Tabela 1 da NPT, já a largura das saídas é dada pela Equação 1:

$$N = P/C \quad (1)$$

N = Número de unidades de passagem, que deve ser arredondado para número inteiro.

P = População, conforme coeficiente da tabela 1

C = Capacidade da unidade de passagem conforme tabela 1 (é o número de pessoas que passa por essa unidade em 1 minuto)

A norma define uma unidade de passagem igual a 0,55m, que corresponde à largura mínima para a passagem de um fluxo de pessoas. Define também exigências de larguras mínimas das saídas de emergência, que para ocupações em geral é de 1,20m.

A NPT 18 Fixa as condições necessárias para o projeto e instalação do sistema de iluminação de emergência em edificações e áreas de risco, atendendo ao previsto no Código de Segurança Contra Incêndios e Pânico do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná. E determina que:

- a) Nas edificações atendidas por Grupo motogerador, quando o tempo de comutação do sistema for superior ao estabelecido pela NBR 10898, deve ser previsto sistema centralizado por bateria ou bloco autônomo.
- b) O sistema não poderá ter uma autonomia menor que 1h de funcionamento, com uma perda maior que 10% de sua luminosidade inicial.

- c) No caso de instalação aparente, a tubulação e as caixas de passagem devem ser metálicas ou em PVC rígido antichama, conforme NBR 15465.
- d) A distância máxima entre dois pontos de iluminação de emergência não deve ultrapassar 15 metros e entre o ponto de iluminação e a parede 7,5 metros. Outro distanciamento entre pontos pode ser adotado, desde que atenda aos parâmetros da NBR 10898;
- e) Deve-se garantir um nível mínimo de iluminamento de 3 (três) lux em locais planos e 5 (cinco) lux em locais com desnível;
- f) A tensão das luminárias de aclaramento e balizamento para iluminação de emergência em áreas com carga de incêndio deve ser de, no máximo, de 30 Volts.

A NPT 20 Fixa as condições exigíveis que devem satisfazer o sistema de sinalização de emergência em edificações e áreas de risco, conforme o Código de Segurança Contra Incêndios e Pânico do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná.

A sinalização de emergência tem como finalidade reduzir o risco de ocorrência de incêndio, alertando para os riscos existentes e garantir que sejam adotadas ações adequadas à situação de risco, que orientem as ações de combate e facilitem a localização dos equipamentos e das rotas de saída para abandono seguro da edificação em caso de incêndio.

A sinalização de emergência divide-se em sinalização básica e sinalização complementar. A sinalização básica é o conjunto mínimo de sinalização que uma edificação deve apresentar, constituído por quatro categorias, de acordo com sua função: proibição, alerta, orientação e salvamento, equipamentos e sinalização complementar. A sinalização complementar de indicação continuada das rotas de saída é facultativa e, quando utilizada, deve ser aplicada sobre o piso acabado ou sobre as paredes de corredores e escadas destinadas a saídas de emergência, indicando a direção do fluxo.

Para fins de apresentação junto ao Corpo de Bombeiros, deve ser indicada em planta baixa do PSCIP a sinalização de emergência.

A NPT 21 Estabelece critérios para proteção contra incêndio em edificações e áreas de risco por meio de extintores de incêndio (portáteis ou sobrerrodas), para o combate a princípios de incêndios, atendendo às exigências do Código de Segurança Contra Incêndios e Pânico do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná.

Define a capacidade extintora mínima de cada tipo de extintor portátil, a capacidade extintora mínima de cada tipo de extintor sobrerrodas. Determina que os extintores portáteis devem ser distribuídos de tal forma que o operador não percorra distância maior do que a estabelecida na Tabela 1, que estabelece a distância de 25 metros para risco leve, 20 metros para risco

moderado e 15 metros em caso de risco elevado. E caso não seja apresentado *layout* da edificação os valores constantes da tabela 1 sofrerão um decréscimo de 30%.

Os extintores devem estar lacrados, com a pressão adequada e possuir selo de conformidade concedida por órgão credenciado pelo Sistema Brasileiro de Certificação (Inmetro). Para efeito de vistoria do Corpo de Bombeiros, o prazo de validade da carga e a garantia de funcionamento dos extintores deve ser aquele estabelecido pelo fabricante, se novo, ou pela empresa de manutenção certificada pelo Inmetro, se recarregado.

3. METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa descritiva, pois tem como principal finalidade a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 1999). O autor realizou uma busca em artigos e publicações científicas por informações detalhadas dos eventos.

3.1.2 Caracterização da amostra

A pesquisa foi realizada pelo método de avaliação e qualificação, buscando primeiro identificar eventos históricos registrados de incêndio seguido de abalo sísmico para, posteriormente, encontrar padrões nos eventos ocorridos. Uma vez que incêndios após terremotos não são eventos frequentes, foram considerados neste estudo também os casos onde estes eventos ocorreram em locais não históricos. Para cada caso, foram registrados tanto o ano no qual ocorreu o evento como suas causas. Foram identificados e utilizados como referências sete eventos onde ocorreram os incêndios, seguidos de abalos sísmicos, os quais ocorrem em diferentes países como Estados Unidos da América, Japão e Nova Zelândia. Os dados encontrados serviram como referência para posterior análise das causas e como elas podem impactar a vulnerabilidade de centros urbanos históricos. E, dadas as propriedades construtivas das edificações mais antigas, é esperado que ocorram alguns pontos onde essas estruturas tenham maior vulnerabilidade em relação a alguns pontos que possam vir a causar incêndios pós-abalos sísmicos.

3.1.3 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados foi realizada com base em uma pesquisa bibliográfica em artigos e publicações científicas. As informações encontradas foram inseridas no Quadro 1 criado pelo autor para melhor organização e visualização das causas, a fim de possibilitar a identificação das causas mais recorrentes nestes tipos de eventos com maior facilidade, para que possa ser feita uma análise com mais clareza das causas.

Quadro 1: Tabela para coleta de dados

		PRINCIPAIS CAUSAS DE INCÊNDIOS PÓS-ABALOS SÍSMICOS			
LOCAIS DE INCÊNDIOS PÓS-TERREMOTO	ANO				

Fonte: Autor (2020).

3.1.4 Análise dos dados

Uma vez que a pesquisa bibliográfica foi finalizada, os dados encontrados foram inseridos no Quadro 1. Assim, foi possível verificar se ocorreu algum padrão nas causas dos eventos. Tal verificação ocorreu a partir da comparação numérica, auxiliada por um gráfico de barras que indica em quantos eventos determinada causa foi identificada. Finalmente, foi verificado se as causas mais comuns representam um perigo real no que diz respeito à preservação dos centros urbanos históricos. Além disso, as informações encontradas permitem um entendimento mais profundo sobre este tipo de evento, o que permite sugerir maneiras para que se evitem futuras tragédias.

4. RESULTADOS e DISCUSSÕES

Scawthorn (2010), em seu artigo intitulado *Analysis of fire Following Earthquake Potential for San Francisco, California*, relata que no incêndio pós-terremoto, em 1906, em San Francisco, retratado nas Figuras 5 e 6, algumas das principais causas dos incêndios ocorreram devido ao vazamento de gás e aos curtos-circuitos elétricos. Isso mostra que esses dois agentes quando combinados são muito perigosos, e o mesmo fenômeno volta a se repetir nas marinas de Loma Pietra em 1989.

Ainda no mesmo artigo, Scawthorn também relata que em relação aos incêndios em Northridge - LA (1994), cerca de metade das ignições foi relacionada a danos causados à rede elétrica e um quarto delas estava associado ao vazamento de gás. Além disso, ainda houve incêndios causados por reações químicas.

Figura 5: San Francisco 1906.



Fonte: Wikipédia (2020).

Figura 6: Pós-abalo sísmico San Francisco 1906.



Fonte: Wikipédia (2020).

Lesbo (2018) também apresenta em seu artigo que, em Tokyo (1923), houve um grande incêndio pós-terremoto na hora do almoço. E, o fato de as pessoas e dos restaurantes estarem se utilizando do fogo para cozinhar foi um agravante para o início do incêndio. Kobe

- em 1995 - sofreu também com um terremoto de magnitude 7,2 e após um grande incêndio causado por diferentes fatores tais como vazamento de gás natural e curto circuito, ainda houve o relato de que os próprios equipamentos de segurança tais como as velas a gás poderiam ter causado algumas ignições.

Em Napier em 1931, foi também foi relatado um incêndio pós-terremoto em que se constatou que três lojas de produtos químicos foram as principais responsáveis pelo início dos incêndios que destruíram boa parte da cidade.

Scawthorn (2005) também relaciona que o incêndio pós-terremoto de Coalinga, em 1983, teve início com curtos-circuitos elétricos e vazamento de gás. Tais dados mostram como esses fatores são críticos para o acontecimento destes eventos.

A partir da apresentação dos dados obtidos por meio da busca bibliográfica no Quadro 1, foi possível observar que a ocorrência do fenômeno foi mais evidente em alguns casos.

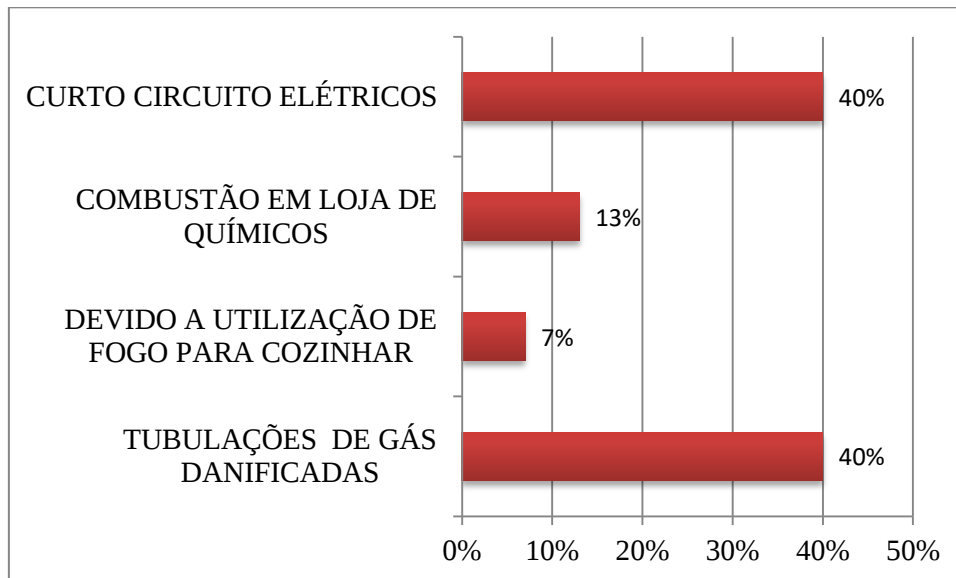
Quadro 1: Principais causas de incêndios pós abalos sísmicos.

		PRINCIPAIS CAUSAS DE INCÊNDIOS PÓS-ABALOS SÍSMICOS			
LOCAIS DE INCÊNDIOS PÓS-TERREMOTO	ANOS	TUBULAÇÕES DE GÁS DANIFICADAS	DEVIDO À UTILIZAÇÃO DE FOGO PARA COZINHAR	COMBUSTÃO EM LOJA DE QUÍMICOS	CURTOS-CIRCUITOS ELÉTRICOS
SAN FRANCISCO (EUA)	1906	X			X
TOKIO (JAPÃO)	1923	X	X		X
COALINGA (EUA)	1983	X			X
KOBE (JAPÃO)	1995	X			X
NAPIER (NOVA ZELANDIA)	1931			X	
NORTHRIDGE (EUA)	1994	X		X	X
SAN FRANCISCO (EUA)	1989	X			X

Fonte: autor (2020).

De acordo com o Quadro 1 foi possível identificar que os curtos-circuitos elétricos foram causadores em seis eventos, a combustão em loja de produtos químicos foi a responsável em dois eventos, a utilização de fogo para cozinhar foi responsável em um dos eventos apresentados e a tubulação de gás danificada foi a causadora em seis eventos, tendo, portanto, o maior índice de ocorrências. A Figura 8 mostra um gráfico de barras que agrupa o número de ocorrências causadas por um fator específico, o que permite melhor visualização das causas estudadas.

Figura 8: Principais causas de incêndios pós-abalos sísmicos



Fonte: autor (2020).

A demonstração do gráfico indica que os curtos-circuitos e as tubulações de gás danificadas são os fenômenos mais comuns onde os dois fatores representam 80% das causas, por conseguinte, são os causadores mais presentes neste tipo de fenômeno.

5. CONCLUSÃO ou CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta pesquisa, foi possível perceber que existem fatores comuns de incêndios pós-abalos sísmicos. E, nesta análise, os fatores encontrados em maiores quantidades foram os curtos-circuitos nas instalações elétricas e as redes de tubulações de distribuição de gás natural danificadas representando 80% das causas. Essas foram as informações possíveis de se encontrar nos registros atualmente. Existiram terremotos mais antigos que provavelmente causaram incêndios, mas não há registros de suas causas específicas pelo fato de que não havia condição de fazê-los à época.

Os resultados encontrados nesse estudo estão alinhados com uma pesquisa recente (TOZO NETO & FERREIRA, 2020), que mostra que os pontos de maior vulnerabilidade em centros urbanos históricos no que diz respeito à segurança contra incêndio estão justamente ligados às más condições das instalações elétricas e de gás.

Em especial, é necessário que se dê atenção minuciosa ou talvez que se exija um pouco mais de segurança no que se diz a respeito deste tipo de instalação e também que

quando se forem feitas manutenções ou reformas, no projeto já deve ser previstos que estas falhas possam ocorrer, assim sendo sugerido também que se siga as normas e procedimentos técnicos (NPT) do Código de Segurança contra incêndio e Pânico. Utilizando principalmente as Npt's: 11, 18, 20 e 21, onde nelas se garante a segurança dos usuários minimizando riscos à vida e também reduzindo os danos patrimoniais no edifícios.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J.; PINA, M. L. SALVADORI, Maria Ângela Borges. História, ensino e patrimônio. Araraquara (SP): Junqueira & Marin Editores, 2008. **Revista de História da UEG**, v. 2, n. 1, p. 329-333, 11.

BION, C. M. Passado e Presente x Patrimônio Cultural. **Revista Humanae**, v. 4, 2003.

DOM TOTAL. **Sobe para 17 o número de brasileiros mortos no Haiti**. Disponível em: <<https://domtotal.com/noticia/175558/2010/01/sobe-para-17-o-namero-de-brasileiros-mortos-no-haiti/>> Acesso em: 27/10/2020.

FERREIRA, T. M. **Notre Dame Cathedral**: another case in a growing list of heritage landmarks destroyed by fire. *Fire*, 2019,n.2,p.20,2019. <<https://doi.org/10.3390/fire2020020>>

FOTOS DE FATO. **O grande terremoto de Kanto que devastou o Japão, 1923**. Disponível em :<<https://www.fotosdefatos.com/2020/01/o-grande-terremoto-de-kanto-que.html>>Acesso em: 27/10/2020.

FLYNN, J. D. J. Q. **Characteristics of home fire victims**. National Fire Protection Association, 2010.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOUVEIA, A. M. C. **Análise de riscos de incêndio em sítios históricos**/Antônio Maria Claret Gouveia. Brasília, DF: IPHAN/ MONUMENTA, 2006.

HANKS, T. e KANAMORI, H. A moment magnitude scale. **J. Geophys. Res.** 84, p. 2348-2350, 1979.

Junqueira & Marin Editores, 2008. **Coleção Escola**.
<https://www.revista.ueg.br/index.php/revistahistoria/article/view/1751/976>.

LESBO, C. **Fire following Earthquake**. Department of Architecture and Design Architecture for Sustainable Project Politecnico di Torino. 132 f., 2018.
<https://webthesis.biblio.polito.it/8580/1/tesi.pdf>.

LOPES, A. E.; V. NUNES, L. C. Intensidades sísmicas de terremotos: formulação de cenários sísmicos no Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n. 91, p. 90-102, 2011.

PARIZZI, M. (2014). Desastres Naturais e Induzidos e o Risco Urbano. **Revista Geonomos**. v.22, n.1 (2014). <https://doi.org/10.18285/geonomos.v22i1.288>

GHIRARDELLO, N.; SPISSO, B.; FARIA, G. G. M. et al. **Patrimônio histórico: como e por que preservar**. Bauru, SP, Canal 6, 2008.

PENA, R. F. A. Os maiores terremotos da história. **In**: Mundo Educação, 2016. Disponível em: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/os-maiores-terremotos-historia.htm>>. Acesso em: 11 nov., 2016.

PIENIAK, E. C. **Análise das Ações de Prevenção de Incêndio em uma Construtora do Oeste Paranaense**. Cascavel, PR. 5º Simpósio e Contemporaneidade nas Ciências Sociais 2017.

POLLUM, J. **A segurança contra incêndio em edificações históricas**. 332 f. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2016.

PREVE, W. S.; ESPINDULA, G. P. C.; VALDATI, J. **Abalos sísmicos moderados no Brasil: um levantamento dos eventos registrados nos séculos XX e XXI e a difusão de medidas preventivas**. v. 1, n .2 Instituto de Geociência- Unicamp, Campinas – SP 2017. <<https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2542> >

SANTOS, J. F. DOS. **Revisão Bibliográfica sobre Ocorrências de Abalos Sísmicos no Brasil**. Campina Grande – PB. Trabalho de Conclusão do Curso de licenciatura em geografia, 32f., 2014.

SANTOS, V. O. **Análise dos Parâmetros de Sismicidade no Orógeno dos Himalaias e sua Aplicação na Previsão de Desastres Sísmicos**. 73f. Rio de Janeiro, RJ, Monografia apresentada ao curso de Geologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2015.

SCAWTHORN, C. **Analysis of Fire Following Earthquake Potential for San Francisco, California**. Department of Building Inspection City and County of San Francisco 2010. Disponível em : <<https://www.sparisk.com/documents/SPASanFranciscoCAPSSFireFollowingEarthquakeOct2010.pdf> > Acesso em 25/10/2020.

SCAWTHORN, C. J. F. S. S. **Fire following earthquake**. v.1, p. 971-979, 1986.

SCORDILIS, E. M. Empirical global relations converting MS and mb to moment magnitude. **Journal of Seismology**, n.10, p. 225-236, 2006 - DOI: 10.1007/s10950-006-9012-4.

BBC. **Os dez terremotos mais potentes e com maior número de mortos da história da América Latina**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-41380495> > Acesso em 23/10/2020.

BBC. **Os segredos de Notre Dame revelados após incêndios que destruiu a catedral** Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional->

52329424#:~:text=Os%20segredos%20de%20Notre%20Dame%20revelados%20ap%C3%B3s%20inc%C3%AAndio%20que%20destruiu%20a%20catedral,- Carlos%20Serrano%20(%40&text=No%20dia%2015%20de%20abril,sua%20torre%20central%20ic%C3%B4nica%20desabarem.> Acesso em: 20/10/2020.

CAU/PA. **Como um terremoto transformou uma pequena cidade da Nova Zelândia na capital mundial do Art Déco.** Disponível em: <<https://www.caupa.gov.br/como-um-terremoto-transformou-uma-pequena-cidade-da-nova-zelandia-na-capital-mundial-do-art-deco/>> Acesso em: 28/10/2020.

CPRM. **Terremotos.** Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Terremotos-1052.html>> Acesso em: 22/10/2020.

EXAME. **O que se sabe sobre o incêndio na Catedral de Notre-Dame.** Disponível em: <<https://exame.com/mundo/o-que-se-sabe-sobre-o-incendio-na-catedral-de-notre-dame/#:~:text=As%20causas%20do%20inc%C3%AAndio%20ainda,algumas%20datadas%20do%20s%C3%A9culo%2017>>. Acesso em: 29/10/2020.

GAUCHAZH. **Geólogos não veem ligação entre os terremotos que abalaram países em 2010.** Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2010/03/geologos-nao-veem-ligacao-entre-os-terremotos-que-abalaram-paises-em-2010-2832448.html>> Acesso em: 23/10/2020.

HI7. **Escala Richter e Escala de Mercalli.** Disponível em: <<https://geografia.hi7.co/escala-richter-e-escala-de-mercalli-56c3af7c3e397.html>> Acesso em: 28/10/2020.

IPHAN. **Perguntas Frequentes.** Disponível em: <<http://portal.iphan.gov.br/perguntasFrequentes/detalhes/72>> Acesso em: 25/10/2020.

ICLR. **Fire following earthquake in the Montreal region.** Disponível em: <https://www.iclr.org/wp-content/uploads/2019/11/Montreal-fire-following-earthquake_E.pdf> Acesso em: 22/10/2020.

ICLR. **Reducing the risk of earthquake damage in Canada: Lessons from Haiti and Chile.** Disponível em: <<https://www.iclr.org/wp-content/uploads/PDFS/lessons-from-haiti-and-chile.pdf>> Acesso em: 23/10/2020.

LOS ANGELES DAILY NEWS. **Sylmar- San Fernando Earthquake: 45 years ago Tuesday, 64 killed.** Disponível em: <<https://www.dailynews.com/2016/02/08/sylmar-san-fernando-earthquake-45-years-ago-tuesday-64-killed/>> Acesso em: 29/10/2020.

PARANÁ, Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico, Saídas de Emergência: NPT 011 Curitiba: 2015.

PARANÁ, Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico, Iluminação de Emergência: NPT 018 Curitiba: 2015.

PARANÁ, Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico, Sinalização de Emergência: NPT 020 Curitiba: 2015.

PARANÁ, Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico, Sistema de proteção por extintores de incêndio: NPT 021 Curitiba: 2015.

RADIOAGENCIA NACIONAL. **Historia hoje:** saiba mais sobre o grande terremoto japonês. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/geral/audio/2015-09/historia-hoje-saiba-mais-sobre-o-grande-terremoto-japones#:~:text=No%20dia%201%C2%BA%20de%20setembro,chamada%20de%20o%20grande%20terremoto.&text=Como%20o%20terremoto%20ocorreu%20%C3%A0s,fog%C3%B5es%20de%20carv%C3%A3o%20ou%20lenha.>> Acesso em: 28/10/2020.

SOMECK, N. **Preservando o Patrimônio Histórico:** um manual para gestores municipais. CAU/SP, 2008.

THE JEWISH NEW. **From our archive: The Loma Prieta earthquake, 30 year later.** Disponível em :<<https://www.jweekly.com/2019/10/17/remembering-the-loma-prieta-earthquake-30-years-later/>> Acesso em: 29/10/2020.

THE NEW YORK TIMES. **Dozens Are Hurt as a Strong Quake Strikes.** Disponível em: <<https://www.nytimes.com/1983/05/03/us/dozens-are-hurt-as-a-strong-quake-strikes-california.html>>Acesso em: 23/10/2020.

T. N., J., & F., T. M. Assessing and mitigating vulnerability and fire risk in historic centres: A cost-benefit analysis. **Journal of Cultural Heritage**, n. 45, p. 279-290, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.04.003>.

TOZO NETO, J., & FERREIRA, T. M. **Assessing and mitigating vulnerability and fire risk in historic centres:** A cost-benefit analysis. *Journal of Cultural Heritage*, n. 45, p. 279-290. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2020.04.003>, 2020.

WINCANDER. R.; MONROE, J. S. PETERS, K. **Fundamentos de Geologia.** Tradução e adaptação: CARNEIRO, M. A. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

WIKIPÉDIA. **Great Hanshin earthquake.** Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Great_Hanshin_earthquake>Acesso em: 28/10/2020.

WIKIPÉDIA. **Sismo de São Francisco de 1906.** Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sismo_de_S%C3%A3o_Francisco_de_1906>Acesso em: 25/10/2020.

WIKIPÉDIA. **Sismo de Loma Prieta de 1989.** Disponível em :<https://pt.wikipedia.org/wiki/Sismo_de_Loma_Prieta_de_1989>Acesso em: 29/10/2020.

WIKIPÉDIA. **1948 Fukui earthquake.** Disponível em :<https://en.wikipedia.org/wiki/1948_Fukui_earthquake>Acesso em: 26/10/2020.

WIKIPÉDIA. **1983 Coalinga earthquake.** Disponível em :<https://en.wikipedia.org/wiki/1983_Coalinga_earthquake>Acesso em: 29/10/2020.

WIKIPÉDIA. **1732 Montreal earthquake.** Disponível em :<https://en.wikipedia.org/wiki/1732_Montreal_earthquake>Acesso em: 29/10/2020.



WORLD BANK & UNITED NATIONS. **Natural hazards, unnatural disasters:** the economics of effective prevention. Washington, D.C: The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, 2010.

ZAMPARONI, C. A. G. P. **Riscos e Desastres Naturais em Ambiente Urbano:** o exemplo de Cuiabá/MT. Departamento de Geografia e PPG/GEO/UFMT – 2012.