

“AVALIAÇÃO E CONTENÇÃO DE EMERGÊNCIA PÓS-SISMO”**FIGUEIRA, E**

Discente

Instituto Politécnico de Setúbal

eglantino.figueira2@estudantes.ips.pt

OLIVEIRA, C

Professor Ajusto

Instituto Politécnico de Setúbal

cristina.oliveira@estbarreiro.ips.pt

SUMÁRIO

Os sismos podem causar várias vítimas e danos importantes nas edificações e infraestruturas, não apenas no momento da ocorrência, mas posteriormente, tanto devido a instabilidades estruturais geradas, assim como réplicas posteriores que podem originar o colapso das estruturas envolventes. A fim de evitar estas situações, torna-se conveniente aplicar escoramentos e reforços de emergência imediatamente após o sismo. Os escoramentos provisórios de emergência têm como finalidade permitirem suportar temporariamente as estruturas, proporcionando estabilidade, aumento da segurança às operações de busca e salvamento e à continuidade das atividades sociais e económicas. As soluções de escoramento e reforço são diversas e devem ser criteriosamente escolhidas em função dos danos apresentados na estrutura, o que obriga a inspeções técnicas objetivas, claras e concisas.

Neste artigo, apresentam-se vários tipos de contenção de emergência a ser aplicada para as questões específicas detetadas, considerando a urgência da intervenção, tipo de dano, localização do dano, entre outros. Procura-se também que a solução passe pela utilização de materiais de uso comum na construção tais como as escoras metálicas, tirantes, etc., que deverão ser de aquisição breve e simples por parte das equipas de apoio integradas.

PALAVRAS-CHAVE: Sismo, Escoramento, Emergência, Dano, Estruturas.

ABSTRACT

Earthquakes can cause several casualties and major damage to buildings and infrastructures, not only at the time of occurrence, but later, both due to structural instabilities generated as well as subsequent replicates that can lead to the collapse of the surrounding structures. In order to avoid these situations, it is advisable to apply emergency struts and reinforcements immediately after the earthquake. Temporary emergency shoring has the purpose of temporarily supporting structures, providing stability, increasing the security for search and rescue operations, and the continuity of social and economic activities. The shoring and reinforcement solutions are diverse and should be carefully chosen in view of the damage presented in the structure, which requires objective, clear and concise technical inspections.

In this paper, it is shown several types of emergency containment to be applied in specific situations, considering the urgency of the intervention, type of damage, location of damage, among others. It is also sought that the solution employs materials commonly used in construction such as metallic struts, tie rods, etc., which should be of fast and simple acquisition by the integrated support teams.

KEYWORDS: Earthquake, Shoring, Emergency, Damage, Structures.

1. ENQUADRAMENTO

Portugal foi afetado por vários sismos de magnitude moderada a forte, tendo em conta uma escala temporal secular, cujas consequências originaram danos importantes em várias cidades do país. Devido à sua localização, Portugal está sujeito a sismos intraplaca, associados a falhas ativas, e interplaca, devido à proximidade da fronteira de placas Euroasiática, Africana e Norte-Americana [1]. Os sismos podem causar efeitos danosos nas edificações e infraestruturas e, conseqüentemente, várias vítimas, não apenas no momento da ocorrência, mas posteriormente, devido a instabilidades estruturais que podem originar desabamentos. A fim de evitar estas situações é conveniente aplicar escoramentos e reforços de emergência imediatamente após o sismo. Os escoramentos provisórios têm como finalidade permitir suportar temporariamente as estruturas, proporcionando estabilidade e segurança às operações de busca e salvamento e à continuidade das atividades sociais e económicas. As soluções de escoramento e reforço são diversas e devem ser criteriosamente escolhidas em função dos danos apresentados na estrutura, o que obriga a inspeções técnicas objetivas [2].

2. LEVANTAMENTO DE DANOS

2.1. Introdução

Quando um sismo ocorre, a gravidade dos danos depende de vários fatores como a magnitude do sismo, distância ao epicentro e profundidade do foco, tipo de rocha/solo, qualidade das edificações, etc. Para sismos de grande dimensão, os procedimentos e medidas de emergência devem ser imediatamente realizados para garantir a segurança geral, proteger as vítimas e minimizar danos devidos a réplicas ou sismos posteriores. Levantamentos de danos devem ser definidos a fim de avaliar o grau de dano e, portanto, a urgência da intervenção estrutural. Além disso, devem ser estabelecidas intervenções temporárias para fornecer as condições mínimas de segurança tais como o acesso aos pontos mais afetados pelo sismo com o intuito de socorrer a população, mantendo em segurança mínima as vias de comunicação, que devem permanecer desocupadas, minimizando o risco de colapso do edificado sobre os acessos de socorro e apoio à população. As intervenções temporárias referidas deverão recorrer a materiais e técnicas adequadas para contenção das estruturas danificadas [2].

2.2. Avaliações estruturais

As avaliações estruturais são, de uma certa forma, a ferramenta mais importante após um evento sísmico. A vistoria a realizar após a ocorrência de um sismo deve obter o maior número de dados possíveis, verificando a existência ou não de risco de colapso imediato, localização e situação das vítimas, elemento ou elementos deteriorados no edifício, tipo de estrutura (paredes, tetos, lajes, etc...) [3]. É extremamente importante que esta inspeção seja realizada por técnicos especializados e de forma organizada e sistemática, de modo a percorrer todo o parque habitacional de modo uniforme. O formulário de inspeção deverá conter, entre outros fatores, a identificação do edifício, tipologia e ano de construção, número de pisos e levantamento de danos em elementos estruturais, elementos não-estruturais, redes de infraestruturas, geotécnicos e externos. A informação recolhida nesta avaliação inicial irá determinar o tipo de escoramento a utilizar [4]. Uma incorreta avaliação estrutural poderá significar classificar um edifício com graves problemas estruturais como estando adequado, o que no limite poderá conduzir a um aumento de perda de vidas humanas. A situação oposta é também grave, ou seja, a classificação de um edifício como em perigo, quando esta não é a realidade, uma vez que isso conduz a destabilizações sociais de famílias com possíveis importantes prejuízos para as mesmas.

É de extrema importância que exista um levantamento do edificado rigoroso e atualizado nas Câmaras Municipais, Juntas de Freguesia e Governos Cívicos para que através de uma base de dados com o cadastro nacional das construções se analise a área afetada pelo sismo, base essa que deverá estar acessível aos Bombeiros e Equipas de Busca e Salvamento [5]. O acesso e a utilização de fichas de avaliação de danos nas estruturas são fundamentais para uma célere decisão dos meios a serem aplicados na contenção e estabilização das mesmas [5].

3. CONTENÇÃO DE EMERGÊNCIA

Nos casos em que existe o risco de ruína iminente ou desabamento e desmoronamento de uma parte ou da totalidade da estrutura, é aplicada contenção de emergência que emprega diversas técnicas de escoramento e reforço [3]. Sempre que possível as técnicas a utilizar devem ser reversíveis e não intrusivas, sempre tendo em conta o estado de conservação do edifício e o seu valor patrimonial. O grau de dificuldade associado às técnicas a aplicar deverá ser reduzido para que não exija mão-de-obra especializada e possa ser aplicado por um bombeiro ou profissional equivalente [5]. Além disso, os materiais a utilizar deverão estar facilmente disponíveis e ser de fácil acesso [5].

3.1. Escoramentos

Dentro das técnicas de escoramento, importa distinguir escoramento de emergência e escoramento provisório. Por escoramento de emergência entende-se o escoramento que é aplicado numa situação de ruína iminente e cuja especificação vem do levantamento de danos realizado imediatamente após o sismo. Esta especificação muitas vezes realizada pelas entidades que estão no terreno, como bombeiros ou pessoas ligadas à proteção civil, não sendo especializados em engenharia civil. A definição deste escoramento possui, na maioria das vezes e de forma propositada, um sobredimensionamento significativo, o que poderá ser corrigido no cálculo de um escoramento provisório, já definido com maior informação e realizado por engenheiros civis. O escoramento de emergência poderá ficar aplicado à estrutura como provisório, se for o mais conveniente. Tudo irá depender de vários fatores a ter em conta, tal como o seu dimensionamento, necessidade de utilização noutra estrutura, durabilidade, etc. Como referido, no escoramento de emergência pode não ser possível realizar cálculos estruturais de elevada precisão, pelo que se deve optar pelo sobredimensionamento dos elementos e rápida colocação no local, o que poderá condicionar o tipo de material a utilizar.



Fig. 1 – Escoramento em madeira [4]



Fig. 2 – Escora metálica com sistema mecânico (fabricante holmatro)

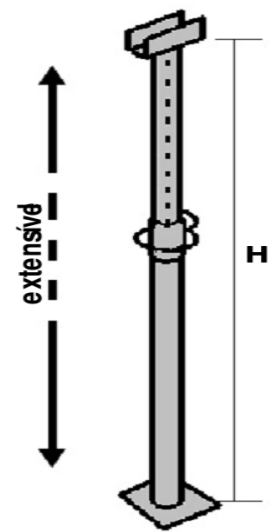


Fig.3 – Escora metálica com ajuste manual [7]

Existem diversos tipos de material em que pode ser realizado o escoramento. Na Figura 1 apresenta-se a utilização de madeira, um dos materiais mais utilizados em situações de emergência um pouco por todo o mundo pelas vantagens que reúne. Efetivamente, a madeira é um dos materiais mais empregues na construção civil, pela facilidade existente no seu corte e transformação em várias formas e tamanhos, além de elevada disponibilidade. É um material reutilizável e que resiste tanto a esforços de compressão como tração. Em contrapartida, a madeira é vulnerável a agentes externos e combustível, embora estas questões, geralmente, não se levantem em situações de emergência [6]. Na figura 4 mostram-se alguns exemplos de utilização de sistemas de escoramento em madeira.

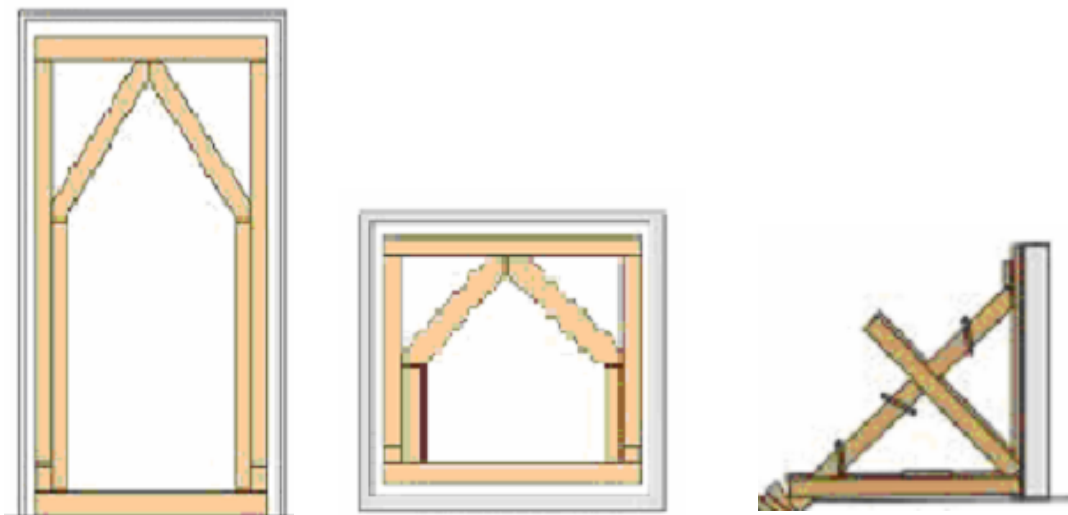


Fig. 4 – Escoramento em madeira para porta, janela e fachada [4]

Os sistemas de escoramentos metálicos (Figura 3) são também bastante utilizados por permitirem uma maior reutilização, causando menor impacto no meio ambiente, menor

desperdício e menor geração de resíduos. As escoras metálicas são extensíveis, permitindo uma redução de tamanho aquando do seu armazenamento [7]. Também este material resiste a esforços de tração e de compressão, tornando-o versátil no tipo de utilização. Em termos de rapidez de montagem e desmontagem, as escoras metálicas são vantajosas, uma vez que são de fácil manuseamento, não exigindo mão-de-obra especializada. Uma vez preparado o escoramento provisório, o escoramento de emergência pode ser retirado de imediato, encontrando-se pronto para nova utilização. O dimensionamento do escoramento de emergência deverá, numa situação ideal, ser realizado *a priori* da ocorrência da emergência, encontrando-se definidas as soluções possíveis de aplicar para cada situação, para aplicação das mesmas de forma imediata. No dimensionamento deve ser considerada a carga a suportar e colocar um ou mais elementos que consigam resistir à mesma. As escoras metálicas vêm com a indicação, do fabricante, da carga máxima que podem suportar isoladamente. Na colocação das escoras metálicas, deverá ter-se o cuidado de aplicar elementos em madeira para uma melhor transferência das cargas aplicadas e também para proteção do próprio material, como mostrado na Figura 5.



Fig. 5 – Escoramento Hidráulico para porta e janela [3]

Na Figura 5, observam-se aplicações de escoramentos hidráulicos. Este tipo de escoramento denominado de hidráulico ou pneumático consiste na utilização de um compressor externo para dar pressão ao cilindro hidráulico que se encontra no interior da escora e, desta forma, pressionar o elemento a escorar [3]. Estas escoras são utilizadas para valores de carga elevados e onde possa ser mais difícil a aplicação de escoras normais [3], mas obriga a existência de pessoal especializado dentro das equipas de socorro, conhecedores deste equipamento, do seu manuseamento e utilização. A aquisição deste material para as equipas de socorro pode ser uma mais-valia em caso de catástrofe, mas o facto de ser um material dispendioso, com manutenção periódica obrigatória e a necessidade de um operador qualificado para operar o equipamento, poderá inviabilizar a sua utilização. As escoras metálicas mais comuns, com ajuste manual, não requerem um grande conhecimento para o seu manuseamento, sendo a sua utilização muito comum na construção civil, incluindo escoramento de emergência e provisório (ver Figuras 6 e 7).



Fig. 6 – Escoramento em metal [10]

Fig. 7 – Escoramento com prumos [7]

3.2. Reforços estruturais temporários

No plano da ação de contenção estrutural do edificado danificado pela ação do sismo, poderá existir a necessidade de realizar uma consolidação temporária da estrutura. Em L'Aquila, após o sismo de 2009, foram utilizadas várias técnicas disponíveis, como cintagem global de fachada e de colunas recorrendo a materiais de fácil acesso tal como cintas de poliéster, cabos metálicos e tubos metálicos [8]. A aplicação deste tipo de reforço, visando um efeito semelhante ao da cintagem em pilares de betão armado, aumenta a resistência à compressão axial e ao corte, devido ao efeito de impedimento da expansão transversal [3, 9], embora não seja de emergência e se enquadre na contenção provisória torna-se necessário uma antecipação da contenção da estrutura a fim de colmatar situações de desmoronamento da mesma, podendo pôr vidas em risco. No sismo de L'Aquila, foram aplicadas várias técnicas para dimensionamento de estruturas provisórias em situações de emergência sísmica descritas no *Manuale delle opere provvisionali urgenti post-sismal* (OPUS) de 2006 [10] e o manual americano *Shoring Operations Guide* (SOG) de 2009 [11]. Na sequência disto, foi elaborado e publicado o Manual italiano STOP, de 2010 [12].



Figura 8-Cintas de poliéster [3]



Figura 9-Cintas metálicas [3]

Na contenção de fachadas, é importante a utilização de cintas metálicas, tirantes ou esticadores que evitem o colapso das fachadas para fora do plano (Figuras 9 e 10). Estas técnicas poderão ser também utilizadas em complemento à contenção de fachada exterior (Figuras 11 e 12). [13].



Fig. 10 – Aplicação de tirantes na contenção de fachadas após o sismo de Amatrice em Agosto de 2016 (imagens de Cristina Oliveira)



Figura 10-Estrutura de contenção planejada [13]



Figura 11-Estrutura de contenção de emergência [13]

4. CONCLUSAO

Neste artigo procurou-se, de uma forma sintética, abordar aspetos relevantes e de extrema importância na contenção de emergência pós-sismo, em que uma correta avaliação de danos inicial irá influenciar de forma significativa as decisões a tomar pelas equipas de busca e salvamento no terreno. Apresentam-se diversos tipos de escoramento e reforços estruturais, indicando as suas vantagens e exemplos de aplicação.

Numa situação de emergência, a rapidez na definição da solução de contenção a aplicar é essencial, o que poderá condicionar o material e os sistemas a aplicar, devido à disponibilidade na altura, assim como a existência ou não de mão-de-obra especializada que consiga operar certo tipo de equipamentos. Antes da ocorrência de um sismo, as diversas soluções, com materiais e disposições diferentes, deverão estar estudadas e analisadas para que a seleção das mesmas na altura necessária seja feita da forma mais criteriosa e adequada possível.

5. AGRADECIMENTOS

Agradece-se à Proteção Civil, Nacional e Municipal, pelo apoio dado e, disponibilidade demonstrada na recolha de alguma da informação aqui apresentada.

6. REFERÊNCIAS

- [1] LNEC (2005). Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de Estruturas, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2005, Sismicidade e tectónica em Portugal, disponível em: <http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/tectonica.html>, consultado a 11/01/2019
- [2] Barker, Michael; Stone, Hollice; Hammond, David; O'Connell, John; (2011); Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques; Department of Homeland Security (DHS), Science and Technology Directorate (S&T), Infrastructure Protection and Disaster Management Division (IDD)
- [3] Balinha, M. (2014). "Escoramentos e reforços de emergência em situação de catástrofe", Dissertação de Mestrado, IST-Academia Militar.
- [4] Manual de Salvamento Terrestre, (2006), Volume 1, Brasil
- [5] Surrecio, F. (2014). "Intervenção e Medidas de Emergência Pós Sismo", Dissertação de Mestrado, IPS-ESTB.
- [6] Hilário, R. (2013) – "Dimensionamento de Estruturas de Madeira" – Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa
- [7] Smaniotto, J. (2012). Estudo comparativo entre escoras de madeira e escoras metálicas em obras de construção civil, SINOP-MT 2012,
- [8] Oliveira, C. (2009). Aspetos sísmológicos da crise de l'Aquila, Abril 2009, LNEC.
- [9] Ferreira, M. (2012). Redução do Risco e Resiliência. Portugal
- [10] Manuale Delle Opere Provvisionali Urgenti Post-Sisma (OPUS), (2004), Italy.
- [11] U.S Army Corps of Engineers, Urban Search & Rescue, Shoring Operations Guide, 2nd Edition, February 2009.
- [12] VADEMECUM STOP (Schede Tecniche delle Opere Provvisionali) (2010). Per la messa in Sicurezza Post-Sisma da parte dei Vigili del Fuoco, *elaborate dal Nucleo di Coordinamento delle Opere Provvisionali in occasione del terremoto dell'Abruzzo del 2009*, Abril 2010.
- [13] Cardoso, P. (2017). "Sistemas de Contenção de Fachadas de Alvenaria", Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Leiria IPL, Escola Superior de Tecnologia e Gestão.