

Planeamento em Zonas de Risco Sísmico – Cidade de Faro

Cristina Sá Dias, Mónica Amaral Ferreira, Mónica Oliveira, Paula Pestana,
Carlos Sousa Oliveira
Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal

Palavras Chave: Vulnerabilidade Sísmica, Planeamento, Faro

RESUMO

Este trabalho tem como objectivo o conhecimento do impacte negativo que um sismo pode provocar num aglomerado urbano. Para isso procedeu-se a uma análise da vulnerabilidade sísmica de parte do parque edificado da cidade de Faro, através de um modelo de apoio à decisão por avaliação de características estruturais dos edifícios aí existentes. A escolha deste local foi devida à sua sismicidade histórica, e ao facto de Faro ser a capital política e administrativa da região algarvia.

Procedeu-se ao levantamento dos edifícios existentes numa zona extensa da parte mais antiga de Faro, construindo um Sistema de Informação Geográfica com todos os elementos inquiridos e cartografados. A vulnerabilidade de cada edifício foi obtida em face de vários Pontos de Vista, entre os quais a época de construção e a altura, tendo-se calculado para cada edifício o efeito de dois sismos típicos da região. Neste trabalho foi apreciado também a susceptibilidade à liquefacção e fez-se ainda uma breve abordagem sobre a necessidade e o que devem conter os planos de risco e de emergência.

1. INTRODUÇÃO

A ciência e a tecnologia ainda não prevêm terremotos, mas podem ajudar-nos a viver com eles, reduzindo o mais possível as vítimas e os danos materiais. Com a criação de modelos de simulação em computador destinados a estudar o impacte de um abalo sísmico, consegue-se delimitar as áreas mais críticas em termos de risco, estimar os danos nos edifícios e nas populações, tornando mais eficazes os planos de emergência e as políticas de intervenção.

A vulnerabilidade das diversas sociedades aos fenómenos naturais e aos riscos, por elas muitas vezes criados, reflecte o diferente grau de preparação de cada um face a esses fenómenos. Não é por acaso que o mesmo tipo de fenómeno, ocorrendo com a mesma intensidade em sociedades diferentes, pode provocar fortes disfunções numa, não afectando outras. Para que essas diferenças sejam minimizadas, é necessário existir sempre um Plano de Emergência para que todos estejam preparados para a ocorrência de um acidente grave, catástrofe ou calamidade.

O impacto negativo, económico e social, que a ocorrência de sismos tem sobre os aglomerados urbanos levou à escolha de uma parte da cidade de Faro, desde o Núcleo Histórico até ao primeiro anel, incluída nas freguesias da Sé e São Pedro (fig. 1), para se realizar um Modelo de Vulnerabilidade Sísmica do Edificado.

A sismicidade no Algarve, é devida quer à actividade sísmica da região de contacto das placas Euro – Asiática e Africana, da qual se salienta a região a Oeste do Cabo de São Vicente, quer à actividade na margem continental atravessada por diversas falhas locais.

A metodologia utilizada neste trabalho (Dias et al, 2000) consistiu nas seguintes fases:

i) caracterização genérica do parque habitacional;

ii) tratamento dos dados recorrendo a um SIG (Sistema de Informação Geográfica) e discussão de um modelo de simulação de danos no edificado e na população.



Fig. 1 - Enquadramento da zona de estudo com os edifícios em estudo dentro dos polígonos.

Numa primeira fase fez-se o Enquadramento e Caracterização Geral da região do Algarve, pormenorizando para o Concelho de Faro e para a Cidade de Faro, onde se insere a Zona de Estudo.

A segunda fase diz respeito à zona de estudo propriamente dita, área restrita da Cidade de Faro para a qual se apresenta o Modelo de Vulnerabilidade Sísmica e a Carta de Risco Sísmico. A metodologia utilizada é apresentada no organigrama que se segue (fig. 2).

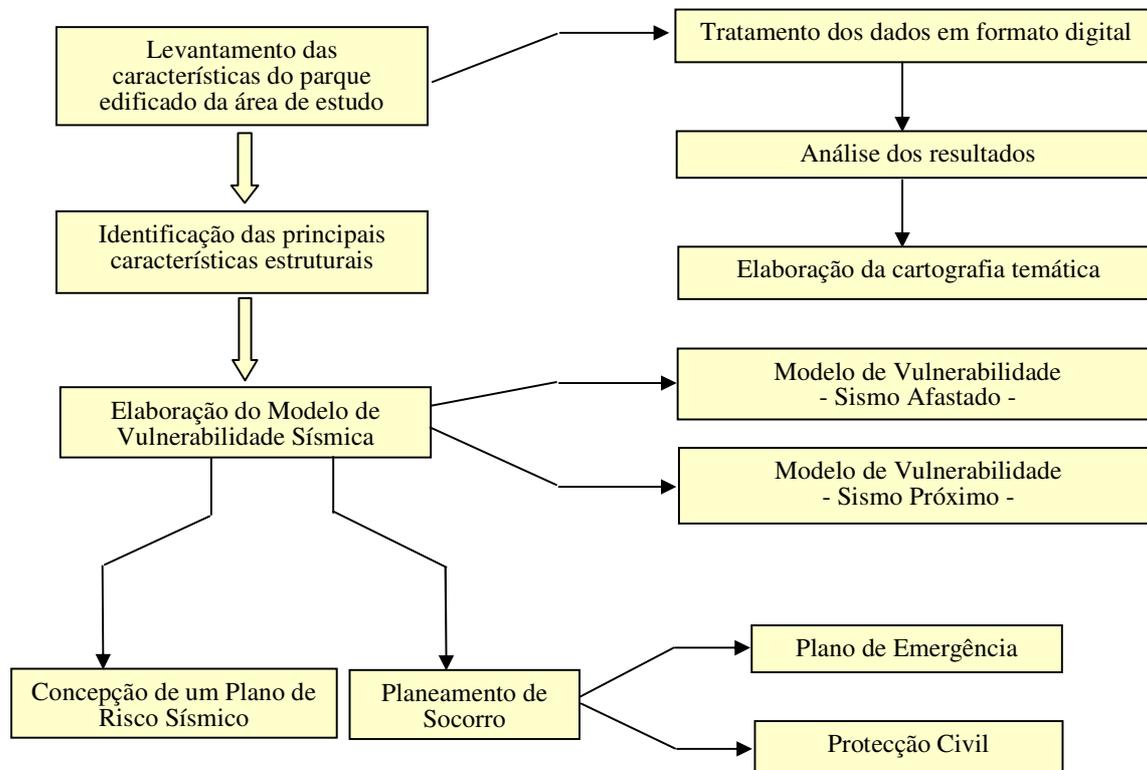
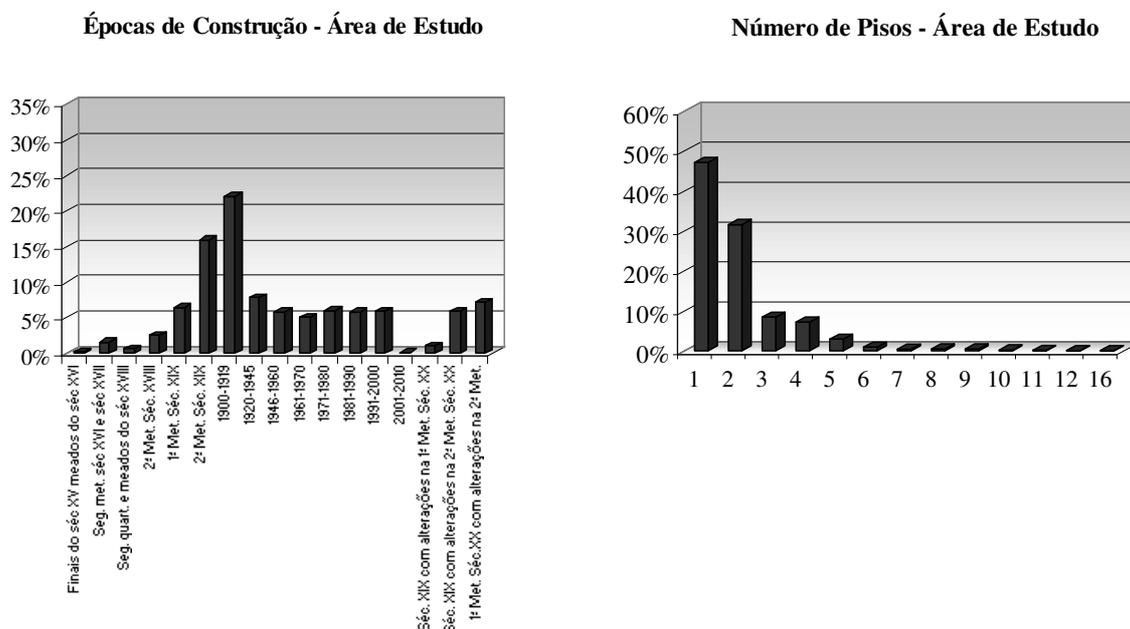


Fig. 2 – Organigrama representativo da metodologia adoptada na segunda fase do trabalho.

Para se proceder ao levantamento do parque habitacional da área de estudo, optou-se por uma ficha de caracterização para cada edifício, onde se tomou em consideração os parâmetros que mais afectam o edifício estruturalmente e a sua envolvente, em caso de crise sísmica. Para ilustrar os resultados obtidos com a campanha efectuada edifício a edifício, apresentam-se nas figs. 3 e 4 as percentagens de edifícios por número de pisos e por épocas de construção.



Figs. 3 e 4 – Percentagens de edifícios por épocas de construção e por número de pisos.

2. MODELO DE VULNERABILIDADE SÍSMICA

Na elaboração deste modelo recorreu-se a uma análise baseada nos métodos de avaliação multicritério, com o objectivo de atribuição de um índice de vulnerabilidade sísmica a cada edifício da zona de estudo, que reflecte a respectiva resistência na ocorrência de um sismo.

Para tal usou-se como Pontos de Vista Fundamentais (PVF) a época de construção, o número de pisos, o estado de conservação, o tipo de rés-do-chão, as dissonâncias e a relação de vãos. Para a obtenção da escala de valores para cada um, utilizou-se o método “Direct Rating” (Bana e Costa, 1986). Uma vez que os efeitos de um sismo variam consideravelmente com a distância ao epicentro, o modelo admite dois cenários distintos.

Cenário 1 - Sismo Próximo - Admite que o sismo tem origem na Falha de Loulé, localizada a 15 km de Faro. Para o cenário de um sismo próximo são os edifícios mais baixos que terão pior comportamento estrutural, logo terão maior vulnerabilidade sísmica, devido à sua alta frequência de vibração se aproximar da frequência predominante do sismo próximo. Considera-se um sismo de magnitude de 5.5 (na escala de Richter) que provoca uma intensidade de VII (na escala de Mercalli) em Faro.

Cenário 2 - Sismo Afastado - Considera o epicentro situado sensivelmente a 150 km a Sudoeste da Cidade (falha no mar a Sudoeste de Faro). Neste cenário, são os edifícios mais altos que terão pior comportamento estrutural na eventualidade da ocorrência de uma crise sísmica, pois neste caso as frequências predominantes do sismo afastado são mais baixas e aproximam-se mais das dos edifícios mais altos. Considera-se um sismo de magnitude de 7.5 (na escala de Richter) que provoca uma intensidade de VII (na escala de Mercalli).

2.1 Pontos de Vista Fundamentais

PVF 1 – Época de Construção - Este ponto de vista avalia o comportamento do edifício em função da sua época de construção, à qual está relacionado o material de construção e as técnicas construtivas. Ao longo dos anos, este foi o único ponto de vista usado na elaboração de cartas de risco.

PVF 2 – Número de Pisos de um Edifício - O número de pisos de um edifício contribui claramente para a sua vulnerabilidade sísmica. O cenário mais desfavorável para o edifício é o que provoca uma frequência predominante mais próxima da frequência de vibração do edifício.

PVF 3 – Estado de Conservação - Consideraram-se 4 alternativas para o estado de conservação: bom, razoável, mau e ruína; optou-se por afectar directamente à pior classe de vulnerabilidade sísmica todo e qualquer edifício que estivesse em estado de ruína.

PVF 4 – Dissonâncias - Este ponto de vista não pretende reflectir uma preocupação exclusivamente relacionada com o edifício em si, mas antes a relação dele com os seus vizinhos. Diferentes alturas dão origem a frequências de oscilação diferentes, pelo que se dois edifícios adjacentes tiverem essa diferença elevada, podem mais facilmente ter danos estruturais graves e colapsar, devido *ao efeito de espera* correspondente ao travamento que o mais baixo provoca no mais alto. O valor final deste ponto de vista é atribuído pelo caso mais desfavorável dos dois contactos laterais do edifício, havendo a possibilidade de ser bonificado quando um dos valores laterais é significativamente bom.

PVF 5 – Tipo de R/C - Considerou-se que este poderia estar vazado ou bem dividido. No caso de ser vazado isso implica que não existem paredes de enchimento, por exemplo devido à existência de grandes montras ou átrios. Quando bem dividido, o rés-do-chão apresenta, para além da estrutura principal, paredes divisórias ou de enchimento importantes em caso de solicitação.

PVF 6 – Relação de Vãos - Definiu-se relação de vãos como a razão existente entre as áreas ocupadas por espaços abertos (portas e janelas) e resto da fachada compacta (para mais informação ver Dias et al, 2000).

2.2 Classes de Vulnerabilidade Sísmica

Consideraram-se 4 classes distintas de vulnerabilidade: Máxima (A), Alta (B), Média (C) e Baixa (D). Utilizou-se o método “Swing Weights” (Bana e Costa, 1986) para quantificar o peso com que cada PVF contribui para a vulnerabilidade do edifício.

A classe de vulnerabilidade máxima foi obtida através do Método de Blindagem (Screening) (Bana e Costa, 1986), onde ficaram afectados todos os edifícios com estado de conservação “ruína”.

Após este método, procedeu-se à classificação de todos os edifícios não afectados à classe de vulnerabilidade máxima através de um modelo compensatório, Modelo Aditivo Simples (Bana e Costa, 1986). Este modelo atribui um valor global, na escala de 1 a 100 pontos, a cada edifício, calculado através de uma soma ponderada de pontuações parciais segundo os seis pontos de vista fundamentais considerados.

Para a determinação dos limites de cada classe utilizou-se o método do “Bom” e do “Neutro”. Só nesta fase houve diferenciação entre os dois cenários, uma vez que n (número de pisos) é bom num cenário mas mau no outro.

Para uma melhor compreensão do significado das diferentes classes de vulnerabilidade sísmica (A, B, C e D), tentou-se atribuir a cada uma o comportamento previsto para edifícios de betão e de alvenaria, segundo o manual “HAZUS99 Technical Manual” como se representa no Quadro I.

Quadro I - Previsão do grau de danos sofrido por um edifício de betão e por um edifício de alvenaria, consoante a classe em que se insira

Classes	Efeitos sentidos num edifício de betão	Efeitos sentidos num edifício de alvenaria
Vulnerabilidade Máxima (A)	Colapso - A estrutura colapsa ou está em perigo eminente de colapsar. Aproximadamente 25% dos edifícios nesta classe, colapsam.	Colapso - A estrutura colapsa ou está em perigo eminente de colapsar. Geralmente 25% dos edifícios que se incluam nesta classe, colapsam.
Vulnerabilidade Alta (B)	Danos Severos - Muitas paredes de enchimento apresentam grandes fendas; Alguns tijolos podem-se deslocar e cair; Algumas paredes de enchimento podem instabilizar; Algumas paredes partem-se parcialmente; Algumas vigas ou colunas, em betão, podem falhar, resultando num colapso parcial; A estrutura pode apresentar deformações laterais permanentes.	Danos Severos – Nos edifícios que tenham uma relação de vãos “Muito aberto”, as paredes sofrem fendas profundas (> 20 mm); Alguns parapeitos e empenas podem cair; Eventuais vigas podem-se deslocar.
Vulnerabilidade Média (C)	Danos Moderados – Muitas paredes apresentam fendas diagonais (5-20 mm); Algumas paredes apresentam grandes fendas diagonais; As paredes de alvenaria podem apresentar separações, bem visíveis; Fendas significativas nos parapeitos, Algumas alvenarias podem cair das paredes ou dos parapeitos.	Danos Moderados - Muitas paredes de enchimento exibem grandes fendas diagonais ou horizontais (< 10 mm); Algumas paredes de enchimento apresentam destruição nos cantos; Fendas diagonais podem ser observadas nas vigas ou colunas de betão.
Vulnerabilidade Baixa (D)	Danos Ligeiros - Fendas diagonais na superfície das paredes; Grandes fendas ao longo das portas, janelas e nas paredes que tenham vãos muito abertos; Fendas na base dos parapeitos.	Danos Ligeiros Fendas diagonais (algumas vezes horizontais) na maior parte das paredes de enchimento.

3. PLANO DE RISCO SÍSMICO

Há certas medidas e atitudes que se podem tomar, preventivamente, de modo a minimizar eventuais catástrofes. A elaboração de Planos de Risco Sísmico que considerem variados efeitos na sociedade (tais como, mortes, feridos, desalojados, casas sem água e electricidade) e na economia (resultantes dos danos nas construções e nas infra-estruturas, tais como redes de abastecimento de águas, águas residuais, gás e electricidade, estradas, pontes e linhas férreas), são muito importantes para a Protecção Civil fazer um Plano de Socorro eficaz.

O objectivo do Plano é reduzir o impacte de futuros sismos, fazer a sua mitigação preparando a comunidade no seu dia-a-dia.

3.1 Zonamento para Liquefacção

Um dos factores mais significativos que contribuem para um pior comportamento do solo, durante um abalo é a liquefacção. A liquefacção resulta em danos severos caracterizados por defeitos nas fundações, nas áreas mais declivosas e em danos nas infra-estruturas.

No entanto, tem sido prática corrente desenvolver mapas de potencial de liquefacção, para indicar as áreas de potencial danificação durante um terramoto.

Na a cidade de Faro, nas zonas C, D, parte das zonas B e F e em toda a zona a Norte da cidade, os solos são Aluviões e Sapais. A probabilidade destes sedimentos, quando saturados, serem susceptíveis de liquefacção varia entre Alta e Moderada, respectivamente, por pertencerem ao período Holocénico (Youd e Perkins, 1987). Se ocorrer um sismo de magnitude 6, a 15 km da cidade de Faro, obtém-se uma aceleração de pico de 225 cm/s^2 , o que significa que para as zonas B, C, D, F e a zona a Norte da cidade, a probabilidade de ocorrência de liquefacção, varia entre 60 e 90%.

Ir-se-à utilizar duas fórmulas (Youd e Perkins, 1987), consoante o cenário seja próximo ou afastado, para chegar ao valor da aceleração de pico (PGA – Peak Horizontal Ground Acceleration), componente horizontal (adaptado de Boore et al., 1994).

Fórmula 1 (Sismo Próximo)

$$\ln a = 3.687 + 0.612M - 0.922 \ln \sqrt{(d^2 + 3.5^2)} + 0.58 \quad (1)$$

Fórmula 2 (Sismo Afastado)

$$\ln a = 3.687 + 0.612M - 0.922 \ln \sqrt{(d^2 + 3.5^2)} + 0.8 + 0.58 \quad (2)$$

sendo a a aceleração de pico (cm/s^2), M a magnitude e d a distância epicentral (km). Os resultados são apresentados nos Quadros II e III para diferentes períodos de retorno (T). A partir do valor da PGA, consegue-se obter a probabilidade de liquefacção de cada zona, bem como a intensidade sísmica a que ficará sujeita a cidade de Faro.

Quadro II - Valores de Aceleração de Pico, para Diferentes Magnitudes e Diferentes Epicentros. Correspondência em Intensidades

d (km)	M	PGA (cm/s ²)	I
15	5	306	VIII
	5.5	416	IX
	6	564	IX
150	6.5	84	VI
	7	113	VI
	7.5	154	VII

Quadro III - Valores de Aceleração de Pico, para Diferentes Magnitudes e Diferentes Epicentros, para um Período de Retorno (T) de 4000 anos. Correspondência em Intensidades

d (km)	M	PGA (cm/s ²)	I	T (anos)
15	5	122	VI	200
	5.5	166	VII/VIII	500
	6	225	VII	1000
150	6.5	84	VI	
	7	113	VI/VII	
	7.5	154	VII	

A relação entre a probabilidade de liquefacção e a aceleração, representada na fig. 5 (Liao, et al.; 1988), mostra que para uma aceleração de 122 cm/s², se o solo apresentar Alta ou Moderada susceptibilidade de liquefacção, a probabilidade de ocorrência de liquefacção, para estas zonas, é nula.

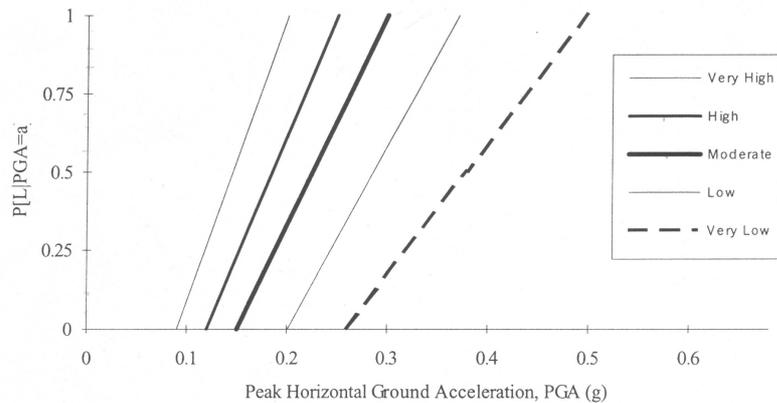


Fig. 5 - Probabilidade relacionada com a susceptibilidade de liquefacção dos solos (Fonte: Liao et al.1988).

3.2 Mapas de Microzonagem

Os mapas de microzonagem sísmica podem ser definidos como mapas onde se estimam os parâmetros necessários à localização de estruturas e construções resistentes aos sismos. A microzonagem para o risco sísmico serve como um guia de segurança aos usos do solo e das construções. Os procedimentos de microzonagem devem combinar múltiplas informações por forma a obter uma solução óptima na mitigação do risco sísmico.

Estas informações são: (1) Falhas e movimentos do solo que induzam um terremoto; (2) Rupturas das superfícies tectónicas; (3) Modificação dos movimentos do solo, segundo a localização.

3.3 Análise de Vulnerabilidade

A análise de vulnerabilidade envolve os elementos em risco (físico, social e económico) e o tipo de risco associado (tal como danos em estruturas, construções e baixas humanas).

A vulnerabilidade das obras de engenharia depende da localização, projecto e resistência da construção, enquanto que as obras de baixa tecnicidade podem ser generalizadas, consoante os diferentes tipos de estruturas.

3.4 Danos Directos no Parque Edificado

A extensão e a severidade dos danos nas componentes estruturais e não estruturais de um edifício é descrita em 5 graus, conforme representação do *Hazus99*: Nenhum, Ligeiro, Moderado, Severo e Colapso.

Em Portugal, segundo a tipologia construtiva/materiais de construção, a classificação, para os edifícios, enquadra-se na categoria URM (Unreinforced Masonry Bearing Walls) e C3 (Concrete Frame Buildings with Reinforced Masonry Infill Walls).

URM - Unreinforced Masonry Bearing Walls

Estes edifícios incluem elementos estruturais que variam segundo a idade do edifício, e em menor grau, segundo a sua localização. Em edifícios construídos até 1940, a maior parte dos elementos construtivos dos pisos e dos telhados consistem em madeira.

Entre 1940 e 1960, dá-se a transição para o betão armado, nas lajes das construções, continuando as paredes em alvenaria.

C3 - Concrete Frame Buildings with reinforced Masonry Infill Walls

Os edifícios têm estrutura resistente em betão armado e paredes preenchidas por panos de alvenaria de tijolo.

3.5 Estratégias de Mitigação do Risco

O risco de catástrofes urbanas pode ser atenuado se houver redução do risco, uma redução de vulnerabilidade das estruturas (inclui edificações e infraestruturas) e um melhoramento do planeamento.

A redução do risco pode minorar a propensão dos centros urbanos, ao risco, por intermédio de medidas preventivas, tais como as construções terem estruturas próprias, segundo o tipo de solo e/ou através de melhoramento dos locais, bem como melhoramento da drenagem e das vertentes que tenham uma inclinação considerável, por forma a reduzir o risco de inundações.

A redução da vulnerabilidade das estruturas pode trazer um melhoramento estrutural nos edifícios existentes, em outras estruturas e nas infraestruturas para melhorar o seu comportamento face ao risco. A vulnerabilidade é reduzida se os projectos e os métodos construtivos forem melhorados e se forem efectuados reforços nos edifícios mais fragilizados, bem como aos sistemas de infra-estruturas.

O planeamento dos usos do solo é um instrumento muito importante na mitigação dos danos. Neste campo, o risco é reduzido não por se reduzir a tendência de determinado local para o risco, mas por se mudar as características funcionais da área em risco.

O desenvolvimento de mapas e de informação específica, para as áreas urbanas, é necessário para se obter um estudo de vulnerabilidade, cartas de risco, avaliação do risco, desenvolver cenários e estratégias de atenuação do risco, monitorização e controlo.

A criação de espaços abertos, especialmente se não tiverem edifícios muito altos a envolvê-los, é importante também para reduzir a densidade populacional. Estes espaços formam também importantes áreas de socorro para a população, uma vez que esta fica protegida da queda de elementos salientes dos edifícios e, em áreas de risco de incêndio, os espaços abertos provêm um abrigo seguro, contra a multiplicidade de fogos.

Conclui-se então que uma redução da vulnerabilidade estrutural, regulamentação dos usos do solo, regulamentos de projecto e construção, conhecimento e educação da população são medidas viáveis para a mitigação do risco sísmico. Medidas específicas podem ser tomadas para os riscos colaterais como, incêndios, deslizamentos de terra e cheias.

Para a atenuação dos danos provocados por sismos, os planos, programas ou actividades podem ser listados como uma sucessão de fases: antes, durante e após.

Quadro IV - Sequência dos Planos necessários para efeitos dos danos provocados pelos sismos

Planos de Risco (pré sismo)	Plano de emergência (durante o sismo)	Pós Sismo
<ul style="list-style-type: none"> - Avaliação do risco, através de cartas de risco e da análise de vulnerabilidade; - Desenvolvimento de regulamentação anti-sísmica para as construções; - Conhecimento dos possíveis danos, informação e educação da população; - Criação de programas e organizações para a prevenção dos desastres; - Criação dos mecanismos legais que permitam proceder à inspecção e, se necessário, à evacuação dos edifícios; - Criação de um sistema de informação geográfica integrado que funcione como um banco de dados e que permita rápido acesso a toda a informação. Este aspecto é especialmente relevante para uma correcta gestão financeira dos recursos e para o acompanhamento do processo administrativo; - Capacidade de resposta em caso de emergência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Salvamento de emergência, evacuação, transporte e comunicação; - Remoção de escombros e corpos; - Aprovisionamento de emergência de cuidados de saúde, abrigos, água e mantimentos; - Capacidade de resposta; - Rápida avaliação dos danos e das perdas sócio-económicas; - Coordenação das acções referidas no plano de emergência; - Avaliação dos danos, demolição, demarcação dos edifícios em risco e das áreas mais danificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exames detalhados a respeito das decisões tomadas para reparo e restauração; - Avaliação das condições sócio-económicas, recursos e necessidades; - Diminuição do perigo; - Elaboração de planos de recuperação e reconstrução pós sismo, para que, em função da avaliação das consequências sejam tomadas medidas prioritárias de recuperação e reconstrução imediatas, baseadas em critérios previamente analisadas; - Nova localização dos equipamentos, edificações, serviços, etc.; - Revisão dos projectos e da regulamentação das construções; - Introdução de programas de treino e educação; - Reconstrução. <p>(Coburn e Spence, 1992)</p>

4. CONCLUSÃO

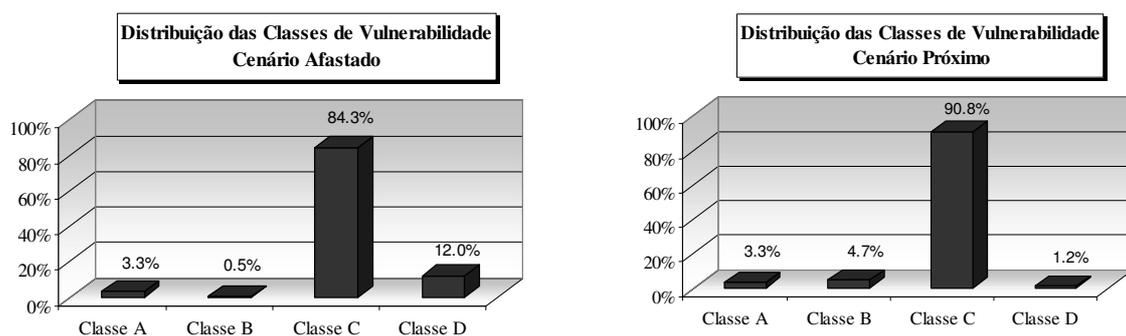
Uma operação de emergência sísmica bem coordenada irá provavelmente salvar muitas vidas. Uma má resposta de emergência a um sismo pode dobrar ou triplicar o número de mortos.

O planeamento pré-sismo é um dos melhores meios de assegurar que se pode lidar com o sismo e assim minimizar os seus efeitos. No entanto, se não existir nenhum Plano de Emergência ou por alguma razão o plano falhar, um bom conhecimento das prioridades de acção pode tornar-se útil para improvisar um Plano de Emergência.

Os resultados encontrados neste estudo, através do modelo de vulnerabilidade para cada edifício, por cenário são apresentados no Quadro V e nas figs. 6 e 7 e constituem uma primeira contribuição para uma análise do risco sísmico na cidade de Faro.

Quadro V - Número de Edifícios afecto a cada classe de vulnerabilidade

Classes	Cenário Afastado		Cenário Próximo	
	Edifícios	% do Total	Edifícios	% do Total
A – Vulnerabilidade Máxima	81	3,2 %	81	3,2 %
B – Vulnerabilidade Alta	12	0,5 %	117	4,7 %
C – Vulnerabilidade Média	2098	84,3 %	2261	90,8 %
D – Vulnerabilidade Baixa	299	12,0 %	31	1,3 %
Totais	2490 Edifícios	100%	2490 Edifícios	100%



Figs. 6 e 7 - Distribuição das Classes de Vulnerabilidade para os Cenários Afastado e Próximo.

Cenário Próximo - Para um sismo de intensidade VII (distância epicentral: 15 km; magnitude: 5,5), constata-se que a maior parte dos edifícios possuem média vulnerabilidade, o que corresponde a Danos Moderados nas construções. Algumas alvenarias podem cair das paredes ou parapeitos, podendo mesmo aparecer algumas fendas diagonais.

Cenário Afastado - Para um sismo de intensidade VII (distância epicentral: 150 km; magnitude: 7,5), constata-se igualmente que a maior parte dos edifícios possuem média vulnerabilidade. Neste cenário, a classe D, vulnerabilidade baixa, apresenta um valor significativo quando comparado com o do cenário próximo. Como já foi referido, a distância epicentral superior favorece os edifícios de menor número de pisos. Na nossa área de estudo os edifícios com 1 e 2 pisos representam praticamente 80% do total, o que explica o melhoramento global dos valores obtidos.

O desenvolvimento de estudos sobre as causas e os efeitos de um sismo, a execução de reforços estruturais necessários para melhorar o comportamento sísmico dos edifícios, o ordenamento correcto do território, que passa pela elaboração de planos de risco sísmico e de emergência eficazes e, a promoção de acções de informação e formação junto das populações, são muito importantes para o desenvolvimento de uma cultura de segurança.

Este estudo irá estender-se à zona exterior ao primeiro anel, abrangendo assim a quase totalidade da cidade de Faro. Num estudo desta natureza torna-se indispensável analisar a mobilidade das populações, com o fim de estimar também o impacto em danos pessoais.

5. AGRADECIMENTOS

À Câmara Municipal de Faro, em particular à Divisão de Reabilitação do Património, à Eng. Elsa Beles e ao Dr. João Cuña pela informação disponibilizada e todo o apoio prestado.

6. REFERÊNCIAS

- Bana e Costa, Carlos A., (1986), *Avaliação de Projectos e Decisão Pública*, Sebentas, 11/1986, IST, Lisboa.
- Boore, D. M.; Joyner, W. B.; Fumal, T. E., (1994), *Ground Motion Estimates for Strike and Reverse-Slip Faults*, in Hazus99.
- Coburn, A.; Spence, R., (1992), *Earthquake Protection*, UK.
- Dias, C.; Ferreira, M.; Oliveira, M.; Pestana, P., (2000), *Planeamento em Zonas de Risco Sísmico na Cidade de Faro*, Projecto Final de Curso, IST, Lisboa.
- Liao, S. S.; Veneziano, D.; Whitman, R. V., (1988), *Regression Models for Evaluating Liquefaction Probability*, Journal of Geotechnical Engineering, vol. 114, No.4.
- Youd, T. L., Perkins, D. M., (1987), *Mapping of Liquefaction Severity Index*, Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, vol. 118, no.11, pp. 1374-1392.