

Artigo REF: 17A023

AVALIAÇÃO E REDUÇÃO DOS RISCOS NATURAIS NOS EQUIPAMENTOS DE ENSINO

Mónica A. Ferreira^(*), Jorge M. Proença e Carlos Sousa Oliveira

Instituto Superior Técnico, Depart. Eng^a Civil e Arquitectura (DECivil) -Lisboa, Portugal

^(*)Email: monicaf@civil.ist.utl.pt

RESUMO

As catástrofes naturais têm um importante impacto na sociedade e na economia de um país quando danificam infraestruturas básicas à população, limitando ou impossibilitando o acesso às mesmas. Os equipamentos de ensino são infraestruturas que desempenham na sociedade um papel de relevo, por via da educação e instrução de alunos, sendo mesmo em certos países local onde a comunidade se junta para tratar de problemas comunitários. Por conseguinte, estes equipamentos devem apresentar um elevado nível de segurança estrutural, a fim de prevenir o seu colapso, a inoperacionalidade ou a interrupção do programa escolar.

Os casos de estudo a seguir apresentados reflectem certas preocupações e o cuidado que já algumas entidades governamentais e administrativas sentem em desenvolver estudos de análise de risco a fim de desenvolverem estratégias e políticas de segurança, planeamento e desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo a República de Moçambique tem sido confrontada com a ocorrência de desastres naturais como as secas, as cheias e os ciclones (para além de epidemias como a SIDA) que causaram um elevado número de vítimas. No período 1956-2007 perto de 27,8 milhões de pessoas [EM-DAT] foram afectadas por fenómenos naturais – provocando elevado número de desalojados e vítimas – sendo as secas a primeira causa de morte nesse país, seguido das epidemias, cheias, ciclones, deslizamentos, e, finalmente, os sismos.

Os fenómenos naturais repentinos e de elevada intensidade como cheias, ciclones ou terramotos danificam escolas, infraestruturas da saúde, estradas, pontes e casas, limitando ou impossibilitando o acesso das pessoas aos serviços básicos. Todos os anos, milhares de crianças, mulheres e homens, em particular os que vivem em zonas afectadas pela seca no Sul e centro de Moçambique, são afectados pela insegurança alimentar, o que provoca fome e má nutrição. Os diferentes riscos naturais e o seu impacto na economia e na sociedade obrigam a uma continuada definição de estratégias e planeamento na gestão de catástrofes.

Perante isto e sendo as escolas o local de aprendizagem onde as crianças passam grande parte do dia, local onde a comunidade se junta para tratar dos variados problemas e em caso de calamidade tem um papel preponderante por servir de abrigo e centro de operações de emergência pós-catástrofe, o desenvolvimento de estudos de vulnerabilidade das infraestruturas, bem como a criação de regulamentos e planos de ordenamento eficazes, são condição *sine qua non* para a mitigação dos danos.

Embora as escolas localizadas nas províncias que apresentam elevada probabilidade de ocorrência de secas, cheias, terremotos e fome recebam apoio na preparação para emergências humanitárias [Unicef, 2007], é necessário que estes equipamentos sejam construídos em número suficiente, com qualidade e por técnicos com capacidade e conhecimento na área da construção de forma a que as estruturas resistam aos eventos a que poderão estar sujeitas. É de referir a necessidade de definir, em planos de ordenamento do território, quais as zonas onde não se podem construir os equipamentos colectivos (mapas de microzonagem - mapas que contém estimativas de parâmetros necessários à localização de estruturas e construções resistentes aos vários riscos naturais), bem como as zonas de menor vulnerabilidade mas que merecem igualmente técnicas construtivas cuidadas e aplicação de regulamentação e fiscalização eficazes. 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. Sendo assim, deve existir uma multidisciplinaridade na equipa responsável pelos planos, por forma a identificar e estabelecer os limites do desenvolvimento urbanístico, podendo desenvolver cartas de risco, fazer uma análise de risco, bem como avaliar e formular um plano para as zonas propensas a desastres naturais.

Em caso de sismo, ou de outro fenómeno natural extremo, são vários os factores que afectam o risco de uma região ou país, como sejam a densidade populacional, a sismicidade (ou outra perigosidade), a capacidade de resposta das entidades de socorro, as práticas construtivas, a consciência pública, o nível de actividade sísmica e a distância às falhas que podem originar sismos destrutivos.

É com base nestes conceitos/abordagens que vários projectos têm sido desenvolvidos pelo DECivil/ICIST ao nível dos equipamentos escolares em Portugal Continental (Área Metropolitana de Lisboa e região do Algarve), no arquipélago dos Açores (ilha do Faial) e na cidade de Bucareste (Roménia), com o intuito de estudar o comportamento destas estruturas quando sujeitas à acção sísmica. Para tal, é realizada uma avaliação da vulnerabilidade para as diferentes tipologias construtivas com base nos conceitos descritos por Giovinazzi e Lagomarsino, recorrendo à Escala Macrosísmica Europeia (EMS-98). Esta metodologia é particularmente útil quando a perigosidade sísmica é descrita em termos de intensidade macrosísmica. O conhecimento das vulnerabilidades (índices de vulnerabilidade), dos solos e sua influência nos efeitos da acção sísmica, permite o cálculo das probabilidades de ocorrência de cada um dos graus de dano propostos na EMS-98 e assim identificar quais as escolas que necessitam de pequenas reparações, de reforço ou que se considera deverem ser desactivadas.

O presente artigo visa dar a conhecer os diversos trabalhos desenvolvidos na área de risco sísmico (recorrendo à tecnologia dos Sistemas de Informação Geográfica - SIG), bem como o de evidenciar o possível contributo do planeamento na prevenção e redução do risco sísmico.

BREVE DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA DE ANÁLISE DE VULNERABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES

Os estudos desenvolvidos em vários equipamentos de ensino e que se apresentam adiante têm em comum a metodologia utilizada para cálculo de vulnerabilidades. Esta metodologia tem como base os conceitos desenvolvidos por Giovinazzi e Lagomarsino, recorrendo à Escala Macrosísmica Europeia 98.

Se as antigas escalas de intensidade referiam de forma muito genérica a distribuição dos danos pelos diversos graus de severidade de um sismo, sem qualquer distinção das tipologias

construtivas (praticamente as construções eram em alvenaria), a recente EMS-98 dispõe já de uma clara definição de tipologias e da distribuição de danos correlacionadas a cada grau de intensidade. A metodologia aqui proposta faz referência à escala EMS-98, não só por ser a mais recente e a que é utilizada a nível europeu, mas especialmente pelo detalhe e qualidade com que são definidas as tipologias construtivas e os graus de dano. Assim, é válido entrar com a intensidade como um *input* sísmico em análise de risco/cenários como será demonstrado em seguida.

De forma sucinta pode referir-se que a metodologia para a análise de vulnerabilidade entra com a classificação tipológica baseada na EMS-98 para as construções em alvenaria e em betão armado, conforme apresentadas na tabela 1. Para o caso do betão armado propõe-se, em construções no território português, a desmultiplicação da tipologia RC2 em RC2⁻ e RC2⁺ que se referem a edifícios construídos entre 1960 e 1970 (RC2⁻) ou entre 1985 e 2007 (RC2⁺). A tipologia RC2 é relativa a edifícios construídos entre 1971 e 1984. A desmultiplicação da tipologia RC2 fica a dever-se à entrada em vigor dos diferentes regulamentos para o comportamento sísmo-resistente das construções, de que se referem o RSCCS (1958), RSEP (1961) e o RSA (1983).

Tabela 1 – Classificação tipológica para edifícios em alvenaria e betão armado segundo a EMS-98 (adaptada)

Alvenaria	Betão Armado
M1 – blocos de pedra não talhada, geralmente com argamassa de baixa qualidade	RC1 – estrutura em betão armado anterior à regulamentação sísmica (anterior a 1960)
M2- construções em terra/adobe	RC2 ⁻ - estrutura em betão armado entre 1960 e 1970
M3- blocos regularizados de pedra, distribuídos judiciosamente	RC2 - estrutura em betão armado entre 1970 e 1985
M4- grandes blocos de pedra talhada imbrincados. Construção típica de castelos ou edifícios públicos religiosos ou monumentais. Cantaria ou enxilharia	RC2 ⁺ - estrutura em betão armado posterior a 1985
M5- alvenaria não reforçada de tijolo ou de pequenos blocos talhados de pedra, com pavimento de madeira	RC3 – estrutura em betão armado com elevada resistência sísmica
M6- alvenaria de tijolo com laje de betão	RC4 - estrutura de paredes resistentes de betão armado sem dimensionamento sísmo-resistente (anterior a 1960)
M7- alvenaria armada ou travada	RC5 - estrutura de paredes resistentes de betão armado com moderado dimensionamento sísmo-resistente (entre 1960 e 1985)
	RC6- estrutura de paredes resistentes de betão armado com elevado dimensionamento sísmo-resistente (posterior a 1985)

No documento que descreve a EMS-98 existem seis classes de vulnerabilidade (A a F) que não são mais que um modo de agrupar edifícios que, embora diversos, são caracterizados por comportamentos análogos aquando um sismo; a cada classe de vulnerabilidade está então associada a uma relação entre intensidade e dano.

Cada tipologia construtiva de M1 a R6 enquadra-se então em uma ou mais classes de vulnerabilidade e para cada tipologia é possível calcular um índice de vulnerabilidade V_i com intervalos de variação V_i^- a V_i^{++} conforme exposto na tabela 2.

Tabela 2 – Valores do índice de vulnerabilidade V_i e intervalos de variação

Tipologias	V_i^-	V_i^-	V_i	V_i^+	V_i^{++}
M1	0.780	0.820	0.900	0.980	1.020
M2	0.620	0.687	0.840	0.980	1.020
M3	0.620	0.660	0.767	0.830	1.020
M5	0.460	0.650	0.740	0.830	1.020
RC1	0.300	0.490	0.644	0.800	1.020
M4,M6	0.300	0.490	0.616	0.793	0.860
RC4	0.300	0.367	0.544	0.670	0.860
RC2 -	0.140	0.360	0.553	0.793	0.860
RC2, W	0.140	0.207	0.447	0.640	0.860
RC2 +	-0.020	0.200	0.393	0.633	0.700
M7,RC5	0.140	0.207	0.384	0.510	0.700
RC3	0.140	0.180	0.349	0.480	0.700
S	-0.020	0.047	0.287	0.480	0.700
RC6	-0.020	0.047	0.224	0.350	0.540

Os valores próximo de 1 indiciam estruturas mais vulneráveis e valores próximos de 0 estruturas com um melhor comportamento sísmico. O resultado mais relevante desta metodologia consiste num parâmetro da distribuição do dano, conhecido por grau médio de dano μ_D , que é determinado pela seguinte equação:

$$\mu_D = 2,5 \cdot (1 + \text{Tanh} (I + 6.25 \cdot V_i - 13.1) / 2.3)$$

em que μ_D representa o grau médio de dano, que varia entre 0 e 5, I a intensidade e V_i a vulnerabilidade esperada para edifícios de tipologia i. Os seis níveis de dano da escala (D0 - sem danos a D5 - destruição) são descritos detalhadamente no documento que descreve a EMS-98, diferenciando as consequências em edifícios de alvenaria e de betão armado; tratando-se assim de uma combinação entre dano estrutural e não estrutural.

TRABALHOS REALIZADOS NA AREA DA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA DAS ESCOLAS

Após breve descrição da metodologia de avaliação de vulnerabilidades das construções, descrevem-se alguns casos de estudo desenvolvidos pelo DECivil/ICIST, cujos trabalhos realizados a partir de levantamentos de campo, permitiram identificar, caracterizar, testar e calibrar o modelo proposto. Como se sabe, o comportamento de uma estrutura não depende apenas da sua tipologia construtiva, podendo ser afectado por muitos outros factores modificadores do seu comportamento, como sejam o estado de conservação, o número de pisos, a irregularidade em planta e em altura, a presença de colunas curtas, entre outros. Todos estes factores podem ser assinalados em fichas de caracterização do edifício quando se fazem levantamentos de campo. Uma vez que estes levantamentos efectuados para os vários equipamentos de ensino entre 2005 e 2007 contemplaram a identificação destes factores, foi possível atribuir coerentemente pontos que agravam ou desagravam o comportamento da estrutura e adicioná-los aos valores de vulnerabilidade inicial (descritos na tabela 2) de forma a calcular os valores da vulnerabilidade final para todas as escolas objecto de estudo.

ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA

Em Abril de 2005 foi celebrado entre a Secretaria-Geral do Ministério da Educação e o Instituto Superior Técnico, um protocolo de colaboração referente ao ESTUDO PILOTO, precursor do PROGRAMA DE REDUÇÃO DO RISCO SÍSMICO DAS INSTALAÇÕES ESCOLARES (PPRSI/EP). O referido Estudo Piloto numa primeira fase intitulada *Diagnóstico e Caracterização Preliminar do Risco Sísmico do Parque de Instalações Escolares*, procedeu à classificação das instalações escolares existentes na AML em termos da sua vulnerabilidade sísmica expectável, finalizando na selecção de uma tipologia/installação a ser alvo de estudos mais detalhados nas restantes fases do Estudo Piloto [Ferreira *et al.*, 2007].

Dada a diversidade e número elevado de instalações escolares na AML foi necessário fazer uma selecção e circunscrever o estudo a 13 concelhos mais representativos da AML e às Escolas Básicas de 2º e 3º Ciclo e Escolas Secundárias, por serem as que apresentavam maior população estudantil, obtendo-se assim um total de 211 escolas para analisar, 53 das quais foram objecto de levantamentos. Estas escolas situavam-se nos distritos de Lisboa (157 escolas) e de Setúbal (54 escolas).

Como descrito anteriormente a metodologia desenvolvia para a avaliação de vulnerabilidade segue os conceitos da EMS-98. Após associar-se cada uma das tipologias construtivas existentes nos equipamentos de ensino da AML às tipologias EMS-98 foi possível encontrar os respectivos índices de vulnerabilidade e proceder para a fase seguinte, da acção sísmica. Relativamente à influência dos solos de fundação nos efeitos da acção sísmica, adoptou-se neste estudo a classificação considerada pelo Eurocódigo 8 na sua versão mais recente [prEN 1998-1, 2003] à data. Esta norma europeia provisória considera genericamente 5 tipos de solos (A a E, do mais rijo ao mais brando), identificados em termos de alguns parâmetros geotécnicos, de que se refere pela importância a velocidade da propagação das ondas de corte. O estudo do risco sísmico das escolas foi realizado para uma acção sísmica correspondente à definida pela regulamentação sísmica. Os valores de a_g considerados são de $2,7 \text{ m/s}^2$ (sismo tipo 1, intraplaca) e a aceleração espectral determinada foi afectada por um factor de importância de 1,2. Esta diferenciação do risco aceitável nas instalações escolares só veio a surgir mais recentemente com a norma europeia provisória prEN 1998-1 [8].

O cálculo de intensidades I (EMS-98) foi obtido a partir das acelerações máximas de acordo com a seguinte expressão:

$$I = 0.4254 \times (\log(S_a))^3 - 1.496 \times (\log(S_a))^2 + 4.1869 \times (\log(S_a)) + 0.1495 - 0.5$$

sendo, S_a a aceleração espectral (cm/s^2).

Os resultados obtidos pelo modelo de simulação permitiram retirar as seguintes ilações:

- Distrito de Lisboa: as instalações com projecto arquitectónico do tipo MOP e Projecto Especial, que dizem respeito a tipologias projectadas e construídas entre os anos 40 e finais de 1970, apresentam neste cenário graus de danos 3 e 4, ou seja, danos severos a muito graves. Facto que pode ser explicado pela localização de alguns desses equipamentos em solos mais brandos, que aumentam a vulnerabilidade do edifício e, conseqüentemente o grau de dano. No distrito de Lisboa constata-se que cerca de 10% dos alunos encontram-se a estudar em instalações do tipo MOP e Projecto Especial (13%), estando assim sujeitos a um maior risco.

- Distrito de Setúbal: para o cenário de risco desenvolvido constata-se que perto de 41% das escolas apresentam grau médio de dano igual a 3, ou seja, com danos severos. Referem-se ainda cerca de 20% das instalações escolares com danos muito graves. A presença de solos brandos conjugada com a existência de estruturas pertencentes a épocas construtivas mais antigas torna a vulnerabilidade das construções. Tal como se verifica no distrito de Lisboa, as tipologias de projecto MOP são as que registam graus de danos mais significativos (danos severos e danos muito graves). O Conjunto de Pavilhões-Brandão, os Pré-Fabricados de Madeira, de Betão ou Mistos bem como as construções Tipo “Liceu” também apresentam danos superiores.

CIDADE DE BUCARESTE - ROMÉLIA

Por Bucareste ser uma das cidades europeias que apresenta maior risco sísmico, associado ao facto de grande parte do parque escolar se encontrar em mau estado de conservação, ter sido construído na década de 40 e, conseqüentemente não ter sido alvo de projecto com regulamentação sísmo-resistente e ainda oferecer grande inadequação funcional, o Banco Europeu de Investimento em 2006, requereu um estudo cujo objectivo foi o de desenvolver um Plano Estratégico de Reabilitação das Escolas Públicas Pré-Universitárias da Cidade de Bucareste, em que para além de outros critérios se referia a necessidade de estudar a vulnerabilidade destes equipamento à acção sísmica [Freire da Silva, 2007].

O estudo focou-se num universo de 470 escolas do ensino pré-primário até ao 12º ano e ensino profissional (13º ano), composto por 180000 estudantes.

Para este estudo foi desenvolvido um inquérito de preenchimento *online* que se encontra no seguinte portal <http://www.invatamantului.com/> e composto por 9 secções: Identificação Geral do Edifício e Campus; Caracterização da Escola; Descrição de Áreas Exteriores; Caracterização dos Edifícios; Caracterização e Análise Quantitativa de Salas de Aula/Laboratórios; Caracterização dos Espaços Desportivos; Caracterização das Redes de Água/Saneamento/Aquecimento; Condições de Habitabilidade e por último, Segurança.

Foram 301 as escolas que procederam ao preenchimento do referido inquérito. Relativamente à parte de avaliação sísmica, a secção denominada Caracterização dos Edifícios (Fig 1), mais técnica e que por isso necessitava de ser efectuada por profissionais que tivessem algum conhecimento na área da engenharia, foi formada uma equipa de técnicos (alunos e professores) das Universidades de Engenharia e Arquitectura de Bucareste, que visitaram 100 escolas (221 edifícios) e forneceram desta forma os dados de caracterização das escolas. A informação recolhida permitiu desenvolver a metodologia para avaliação da vulnerabilidade dos edifícios e criar um cenário de danos em ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica), a partir das acelerações de pico ($a_g=0.24$ g) constantes para a cidade de Bucareste. Conseqüentemente extrapolaram-se esses resultados às restantes escolas.

4. GENERAL FEATURES OF THE BUILDING
Colegiul Economic "Virgil Madgearu"

[admin](#) [download PDF](#) [FAQs](#) [need help?](#) [logout](#)

< previous
next >

Building A - asd

<p>4.4. Type of structure</p>	<p>Vertical loadbearing structure</p> <p style="padding-left: 20px;">Masonry walls <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Reinforced concrete frame structure <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Large panel precast concrete <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Precast concrete frame <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Timber frame <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Steel frame <input type="checkbox"/></p> <p>Slab (floor)</p> <p style="padding-left: 20px;">Timber <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Steel <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Concrete <input type="checkbox"/></p> <p>Roof Structure</p> <p style="padding-left: 20px;">Timber <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Steel <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Concrete <input type="checkbox"/></p> <p>Roof covering</p> <p style="padding-left: 20px;">Galvanized steel/zinc <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Ceramic tile <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Concrete <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Timber <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Other <input type="checkbox"/></p>
<p>4.5. General condition of construction</p>	<p style="padding-left: 20px;">Not worth recovering <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Bad <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Satisfactory <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Good <input type="checkbox"/></p>
<p>4.6. Existing Damage</p>	<p style="padding-left: 20px;">Cracks in walls <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Severe floor problems <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Windows framework large deformation <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Doorframe deformation <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 20px;">Infiltrations <input type="checkbox"/></p>

Fig. 1: Secção 4 do inquérito *online* desenvolvido para caracterização do parque escolar de Bucareste

Verificou-se que grande parte das escolas de Bucareste podem apresentar, em caso de sismo, um grau médio de dano de 3, i.e., moderados danos estruturais e graves danos não estruturais, provocando a queda de elementos (Fig. 2). Estes resultados constituem um bom suporte na decisão sobre a viabilidade do uso normal das escolas após um sismo e, por consequência medidas de mitigação de danos podem ser tomadas de imediato de modo a não inviabilizar o uso destas instalações em caso de emergência.

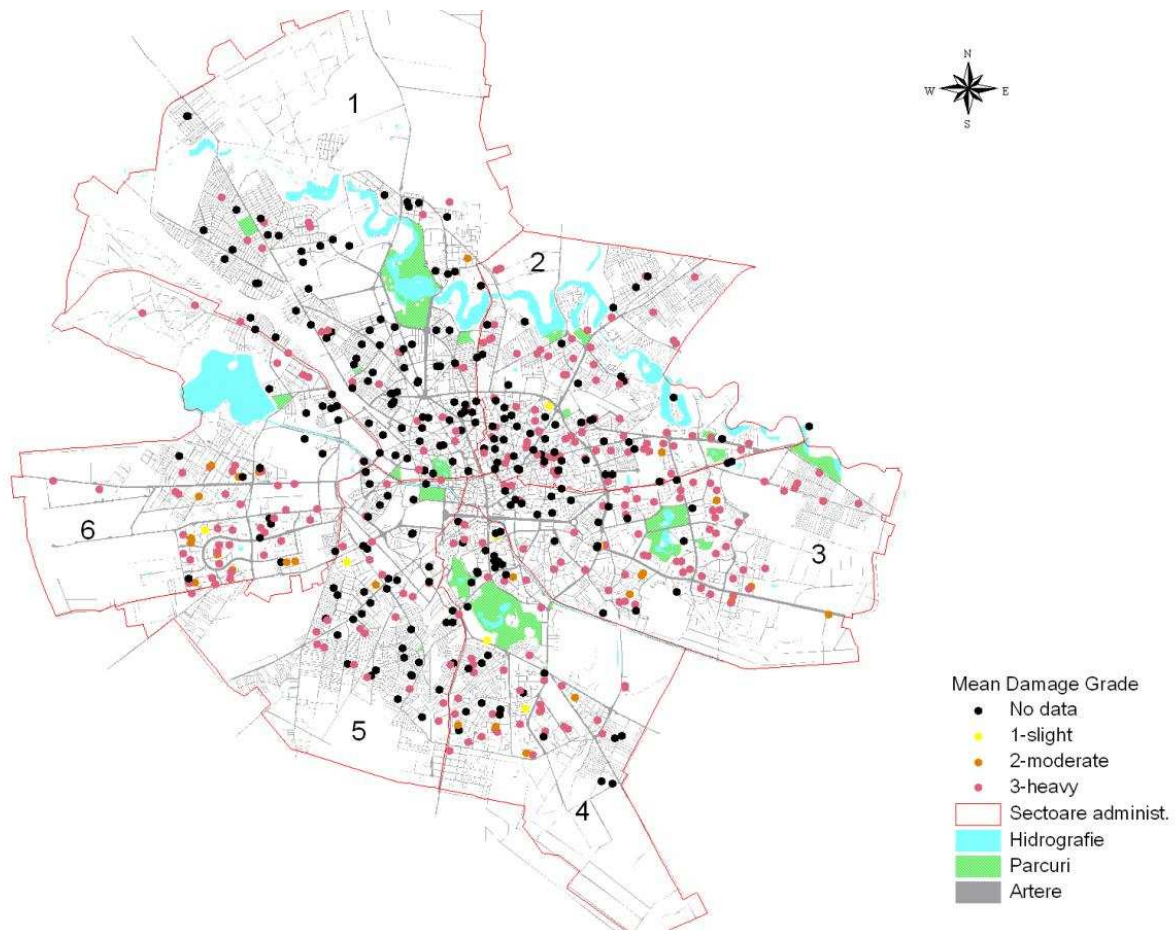


Fig. 2: Grau médio de dano verificado no parque escolar

CONCELHO DA HORTA – FAIAL

As escolas do concelho da Horta foram também recentemente estudadas com a aplicação do modelo de vulnerabilidades proposto. Com a existência de informação sobre a descrição de danos [Proença, 2004] ocorridos no parque escolar por efeito do sismo de 1998, aliado ao conhecimento da sua localização geográfica bem como do seu estado de conservação actual, permitiu criar dois cenários de danos [Proença *et al.*, 2008]:

- o cenário do sismo de 9 de Julho de 1998;
- o cenário dos valores de intensidade máxima verificadas no concelho da Horta, no século XX.

Os resultados da simulação do primeiro cenário apresentaram graus médios de dano nas instalações escolares muito semelhantes aos verificados no dia 9 de Julho de 1998, o que reflecte um bom comportamento do modelo. Por sua vez, o segundo cenário (Fig. 3) apresenta graus médios de dano mais elevados que o primeiro, atingindo GMD=4, (graves danos estruturais e danos muito graves a nível não estrutural) em mais escolas, principalmente nas construções mais antigas e que se localizam na cidade da Horta, visto ter sido a localidade que maior intensidade sentiu aquando o sismo de 31 de Agosto de 1926 (I=X).

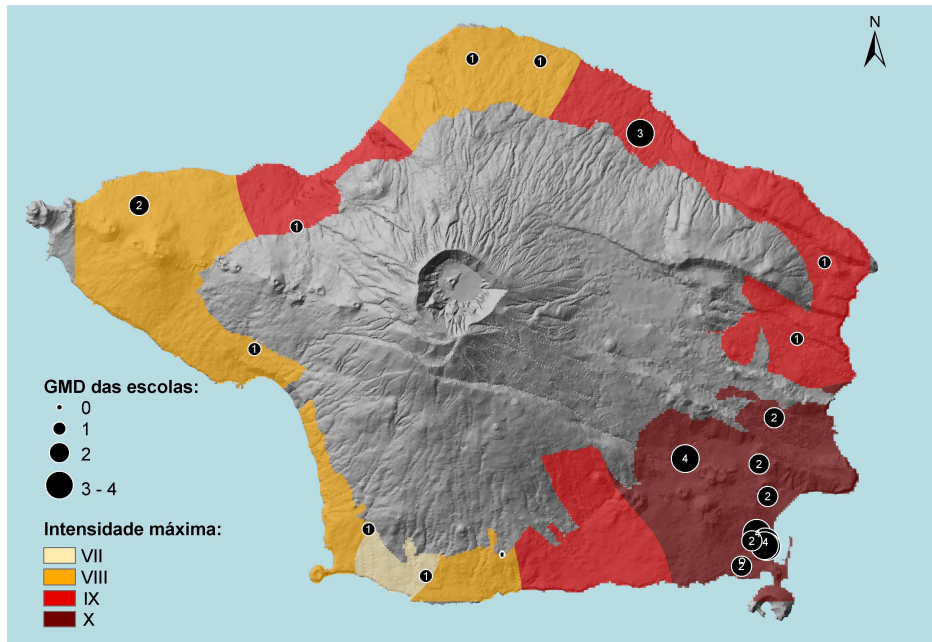


Fig. 3: Grau médio de dano das escolas no concelho da Horta para sismos de máxima intensidade ocorridos no século XX

Grande parte do parque escolar da cidade da Horta deverá ficar seriamente danificada se se voltarem a registar intensidades tão elevadas como as de 1926, apresentando os edifícios danos muito graves, na eminência de colapso parcial que, entre outras consequências, impossibilitaria a sua utilização no contexto das operações de emergência pós-sismo.

O ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Os casos de estudo supra citados foram desenvolvidos para zonas que apresentam risco sísmico, porém outros riscos naturais nomeadamente cheias, inundações e deslizamentos de terras necessitam de ser igualmente estudadas (determinar frequência e se possível intensidade) e definidos em cartas de risco, dado que há uma vulnerabilidade crescente envolvendo áreas e populações das áreas urbanas, peri-urbanas e rurais.

Infelizmente, é do conhecimento geral que os municípios são grande parte das vezes incapazes de resistir às pressões e facilmente aprovam as construções em leitos de cheias, em planícies aluviais regularmente inundadas, nos litorais em erosão rápida, nas bordas de terraços argilosos susceptíveis ao deslizamento, no sopé de estruturas rochosas instáveis que ameaçam desabar ou em zonas de risco sísmico, sujeitando a populações, património e infra-estruturas a um risco constante.

O uso e aplicação dos SIG são bastante úteis no planeamento e gestão do território e devem ser cada vez mais uma ferramenta a recorrer por permitirem a delimitação de áreas de risco, de áreas de intervenção especial, a localização de elementos em risco tais como equipamentos, infraestruturas e sistemas. Os SIG's permitem a espacialização de todos estes elementos e a produção de cartografia direccionada para a gestão e prevenção da emergência, através da criação de vários cenários como os demonstrados neste artigo.

Outra medida de apoio ao ordenamento do território passa por juntamente à cartografia desenvolvida criarem-se recomendações técnicas que apontem medidas mitigadoras para os perigos, as quais deverão ser implementadas a curto prazo, tais como utilizar a carta de solos para definir os terrenos mais susceptíveis e impróprios à construção ou que merecem um tratamento prévio.

As cartas de risco que identificam as zonas de risco de inundações, liquefacção, deslizamentos, entre outros deverão ser elaboradas em todos os municípios, cabendo ao poder local regulamentar e controlar a localização de certos equipamentos. Por exemplo, certas construções que originem concentração de pessoas ou infraestruturas básicas à sociedade como escolas, hospitais e que têm de ter o seu funcionamento garantidas, não podem ser localizadas em sítios de elevada vulnerabilidade. Deverá existir também a preocupação em exigir projectos específicos bem como projectistas, construtores e fiscalização qualificados, especializados e certificados.

Por último é importante educar, divulgar e informar sobre as questões relacionadas com os riscos naturais às populações. A responsabilização passa inicialmente pela educação. Um cidadão esclarecido, sabedor dos riscos em sua região, tornar-se-á um conselheiro municipal responsável e preocupado em que seja eficazmente aplicado um planeamento com segurança.

REFERÊNCIAS

EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, www.em-dat.net - Université catholique de Louvain - Brussels – Belgium.

Ferreira, M. A.; Proença, J.M.; Oliveira, C. S.& Andonov, A., Avaliação do Risco Sísmico das Instalações Escolares na Área Metropolitana de Lisboa. Uma metodologia baseada na EMS 98. Actas do “Sísmica 2007” - 7º Encontro Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica, FEUP, Porto (2007)

Freire da Silva, J., School Map for the Municipality of Bucharest, Consultancy for a School Rehabilitation Strategy – European Investment Bank (2007)

Giovinazzi, S. & Lagomarsino, S., Seismic Risk Analysis: a Method for the Vulnerability Assessment of Built-up areas, Proceedings, European Safety & Reliability Conference, Maastricht (2003).

<http://www.unicef.org/mozambique/pt/education.html>

prEN 1998-1 (12/2003) *Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings*, CEN, Bruxelas, Bélgica.

Proença, J., Earthquake Damage in Portuguese Educational Buildings. The 9th of July of 1998 Faial earthquake in the Azores, Keeping Schools Safe in Earthquakes, OECD, Paris, pp 131-139 (2004).

Proença, J. M. & Ferreira, M. A., Danos em Instalações Escolares da Ilha do Faial. Uma Análise Retrospectiva e Prospectiva. A ser publicado em “10 Anos após o sismo de 1998 nos Açores”, SPRHI, S.A.

REBA, Regulamento de Estruturas de Betão Armado. Decreto nº 47723 de 20 de Maio Aplicado em conjunto com o RSEP (1967)

REBAP, Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado. Decreto-Lei nº 349-C/83 de 30 de Julho Aplicado em conjunto com o RSA (1983)

RSA, Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes. Decreto-Lei nº 235/83 de 31 de Maio (1983)

RSCCS, Regulamento de Segurança das Construções contra os Sismos. Decreto nº 41658 de 31 de Maio (1958)

RSEP, Regulamento de Solicitações em Edifícios e Pontes (RSEP) Decreto nº 44041 de 18 de Novembro (1961)