

Método computacional de avaliação do risco sísmico de escolas



Autor

João M. C. Estêvão

Afiliações

Departamento de Engenharia Civil, ISE-UAlg
CIMA – Centro de Investigação Marinha e Ambiental, UAlg

Revisão

Escola: ES Tomás Cabreira, Faro

Alunos: Catarina Catalão e Luís Sousa

SUMÁRIO – A avaliação sísmica de um conjunto elevado de escolas é uma tarefa muito complexa. Para facilitar esse trabalho, foi desenvolvido um novo programa informático no contexto do projeto de investigação PERSISTAH. O programa é constituído por um conjunto de módulos independentes (objetos computacionais), mas totalmente interligáveis entre si, como num brinquedo da “LEGO®”. Assim, é possível criar facilmente outros programas, bastando para isso ligar de outra maneira os objetos computacionais já criados. Os diversos módulos estão diretamente associados ao conceito de risco sísmico e o resultado do programa é uma lista ordenada de escolas em função do respetivo nível de segurança sísmica, que pode depois ser exportada automaticamente para o Google Earth®. **ABSTRACT** – *The seismic assessment of high number of schools is a very complex task. A new software was developed in the context of the PERSISTAH project, in order to make easier this task. The software is composed by a set of independent modules (computer objects), which are totally interconnectable like in a “LEGO®” toy. In this way, it is possible to create new software, just by a new assembly of the already developed computer objects. The different modules are closely related to the concept of seismic risk and the result is an ordered list of schools based on the corresponding seismic safety level, which can be automatically exported to the Google Earth®.*

Glossário

Risco sísmico

simplificadamente, o risco sísmico pode ser definido como sendo o produto da perigosidade pela vulnerabilidade e pela exposição (num deserto não existe risco, pois não existem elementos expostos à perigosidade, qualquer que seja a vulnerabilidade)

Perigosidade sísmica

simplificadamente, podemos dizer que a perigosidade sísmica (“*seismic hazard*” em inglês) mede a tendência para se sentirem sismos (ação sísmica), que pode ser expressa através da probabilidade de se exceder determinado valor dessa ação num determinado intervalo de tempo. A perigosidade de um local depende da Natureza e normalmente não pode ser alterada pela ação humana

É muito importante conhecer a segurança sísmica das escolas, pois o colapso de um edifício escolar pode resultar num grande número de perdas de vidas humanas, por existir uma grande concentração de pessoas, que são essencialmente crianças. Um exemplo deste problema foi o que aconteceu em Itália, como consequência do sismo de Molise de 2002, onde um grande número de alunos perdeu a vida em resultado do colapso de uma escola.

Foi neste contexto que surgiu o projeto PERSISTAH (Projetos de Escolas Resilientes aos SISmos no Território do Algarve e de Huelva), coordenado pela Universidade do Algarve, onde foi desenvolvido um programa informático destinado à avaliação do **risco sísmico** das escolas do primeiro ciclo existentes nas regiões do Algarve (Portugal) e Huelva (Espanha), de modo a ser criada uma lista ordenada de escolas em função das necessidades de reforço sísmico.

Avaliação do risco sísmico

No programa desenvolvido no projeto PERSISTAH foi adotada a estratégia de tentar aproveitar algum trabalho realizado anteriormente, desmembrando um conjunto de programas de modo a que fosse possível a sua divisão em módulos independentes (objetos computacionais). Cada objeto possui uma interface totalmente autónoma que permite interagir com o utilizador, contudo garantindo a capacidade de interligação dos vários módulos, como num brinquedo da “LEGO®” (Fig. 1). Assim, no futuro, será possível criar novos programas com muita facilidade,

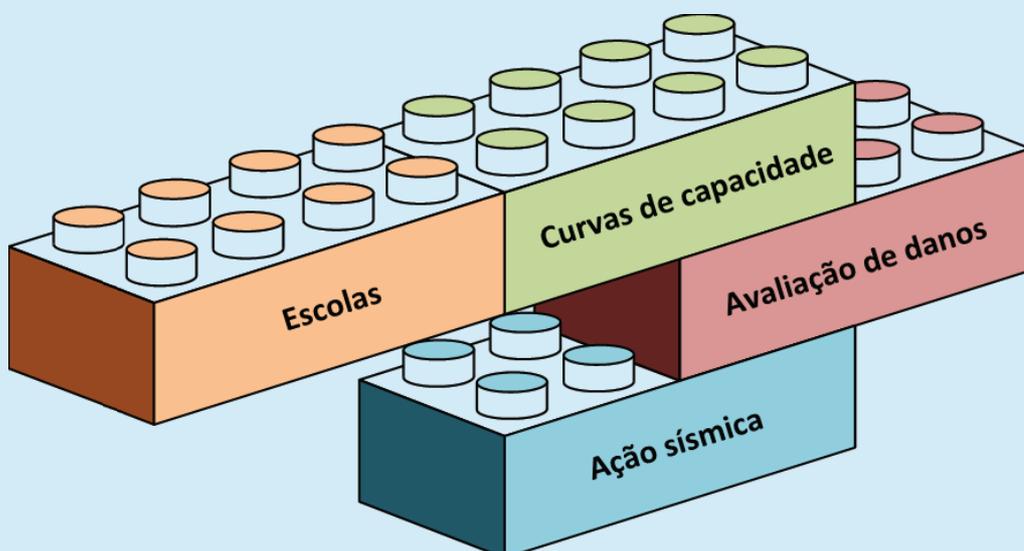


Figura 1. Representação da interligação entre os diversos objetos computacionais desenvolvidos (tipo brinquedo de “LEGO®”).

Vulnerabilidade sísmica pode ser definida como a medida da suscetibilidade de um elemento poder ser afetado pela ação de um sismo. Este é o fator que pode ser alterado por intervenção humana de modo a reduzir o risco sísmico. Quanto menor for a vulnerabilidade, menor será o risco (edifícios mais seguros)

Norma NP EN 1998-3:2017

nesta norma, atualmente em vigor, estão estabelecidos três níveis de dano para as escolas, que não podem ser ultrapassados quando ocorre um determinado sismo. Para sismos de pequena magnitude, mais frequentes (T_R de pouco mais de 100 anos), os danos devem ser limitados. Para sismos de maiores magnitudes, com períodos de retorno de cerca de 500 anos, teremos danos severos (poderá ser economicamente inviável reparar a escola), mas o edifício escolar tem de garantir a salvaguarda da vida humana. Para sismos de muito grande magnitude, com períodos de retorno de cerca de 1700 anos, os edifícios escolares ficarão próximos do colapso, e já não é totalmente garantida a salvaguarda da vida humana

bastando para isso ligar as “peças” de outra maneira. O programa possui três módulos principais: 1) uma base de dados com os edifícios das escolas e as suas características de **vulnerabilidade sísmica** (curvas de capacidade); 2) um módulo de definição da ação sísmica a considerar; 3) um módulo de resultados, onde é determinada uma estimativa de danos e um indicador de risco sísmico (um “school-score”).

Avaliação da vulnerabilidade sísmica

No programa desenvolvido, a vulnerabilidade dos edifícios é quantificada através da determinação de curvas de capacidade que permitem determinar o grau de dano de um edifício para um determinado valor de ação sísmica, de modo a ser possível a verificação dos níveis de segurança definidos na Norma NP EN 1998-3:2017 (Fig. 2). Para tal, são aplicadas forças horizontais ao nível dos pisos do edifício, que vão aumentando de intensidade até que seja atingido o colapso. A relação entre a soma das forças aplicadas (F_b) e o deslocamento no topo do edifício (d_n) é designada por curva de capacidade.

Módulo da ação sísmica

A ação sísmica selecionada pode ser: 1) o valor estabelecido numa norma regulamentar (no Algarve, agora está em vigor o Eurocódigo 8 que estipula o nível de vibração que um edifício deve resistir quando localizado num determinado local, não correspondendo a um evento sísmico em particular), essencialmente destinado a verificar

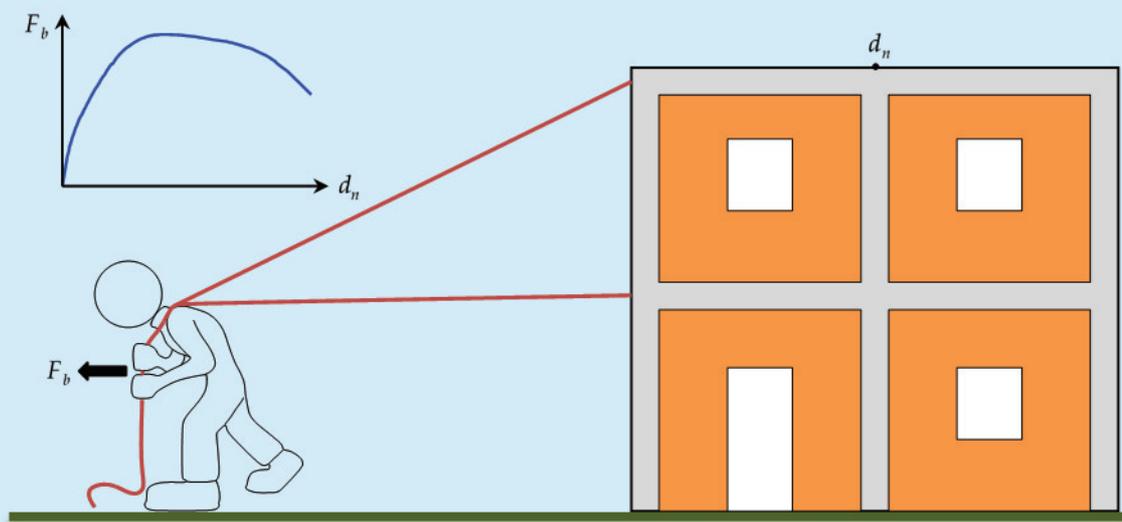


Figura 2. Esquema da obtenção de uma curva de capacidade de um edifício.

Período de retorno (T_R) corresponde ao número de anos estimado entre ocorrências de igual magnitude de um sismo

as necessidades legais de reforço sísmico; 2) um cenário de ocorrência de um sismo (com uma determinada magnitude, num determinado local, e num determinado tipo de falha, à escolha do utilizador), mais importante para as atividades da proteção civil.

Módulo dos resultados

Os resultados obtidos para cada edifício podem ser consultados em detalhe numa interface do programa ou podem ser exportados automaticamente para o Google Earth® (Fig. 3) para se obter uma melhor visão global dos resultados.

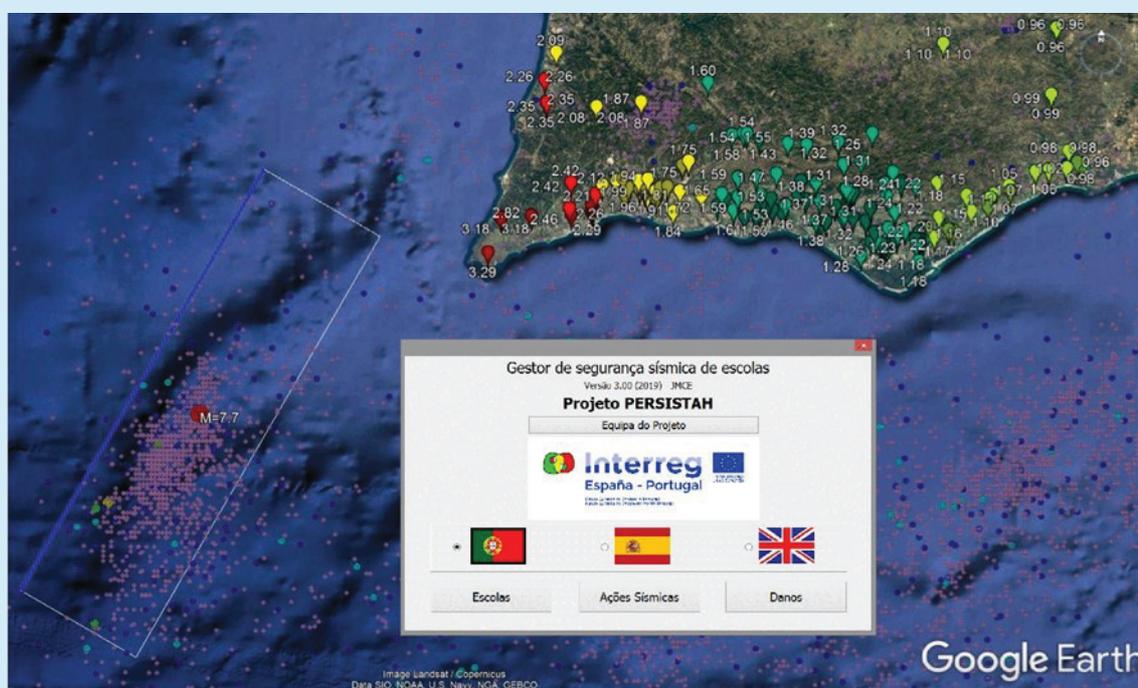


Figura 3. Exemplo da exportação de resultados para o Google Earth®, correspondentes a um determinado cenário de ocorrência de um sismo.

Conclusões

O programa desenvolvido possibilita a avaliação da segurança sísmica das escolas, muito rapidamente e com elevado rigor, quer para efeitos da verificação das necessidades de reforço sísmico, quer para o apoio às atividades da proteção civil.

Artigo original

Estêvão JMC *An Integrated Computational Approach for Seismic Risk Assessment of Individual Buildings*. *Applied Sciences* (2019) 9, 5088.

<https://doi.org/10.3390/app9235088>

Biografia do Autor

João M. C. Estêvão é professor na Universidade do Algarve (DEC-ISE-UAAlg), e possui um doutoramento em Engenharia Civil. Tem desenvolvido trabalho de investigação no domínio da Engenharia Sísmica em geral, designadamente envolvendo estudos de perigosidade sísmica, dinâmica de solos, e de vulnerabilidade sísmica de edifícios (de betão armado e alvenaria tradicional). Neste contexto, tem criado diversos programas informáticos, nomeadamente com recurso a métodos de outras áreas científicas como a Investigação Operacional e a Inteligência Artificial.

Os nossos revisores

Os nossos revisores vêm da **Escola Secundária Tomás Cabreira**, em Faro. São eles: **Catarina Catalão** do Curso Profissional de Artes do Espetáculo, interessada em : teatro, teatro musical, música, ler, viajar pelo mundo, estilo de vida dos anos 50, cinema, línguas estrangeiras, coisas relacionadas com o mundo da fantasia (D&D, senhor dos anéis, Harry Potter...), e **Luís Sousa** do Curso Profissional de Dança Contemporânea, interessado em música e línguas estrangeiras. A revisão foi orientada pela **Professora Filomena Conceição**.

