

ESCALA MACROSSÍSMICA EUROPEIA – 1998

| TIPO DE ESTRUTURA | CLASSES DE VULNERABILIDADE | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F |
| Alvenaria | Casas tradicionais de pedra irregular, sem revestimento, com cimento de má qualidade. Pouco resistentes a cargas laterais. O chão é tipicamente de madeira. | ● | | | | |
| | Casas de barro ou de tijolos de barro, com cimento de qualidade variável. Podem apresentar uma estrutura de madeira. | ● | → | | | |
| | Casas de pedra simples, geralmente reforçadas nos cunhais por blocos talhados de maior dimensão. | ● | → | → | | |
| | Casas de pedra maciça, constituídas por grandes lajes de pedra. Geralmente são monumentos, edifícios públicos, etc. | ● | → | → | → | |
| | Casas não reforçadas, de tijolos ou blocos de cimento. Geralmente não há reforço dos elementos horizontais da estrutura e o chão é de madeira. | ● | → | → | → | → |
| | Casas não reforçadas, de tijolos ou blocos, com chão de betão armado. | ● | → | → | → | → |
| Betão Armado | Estruturas aporricadas - estruturas em betão armado, com colunas e vigas ligadas entre si formando uma estrutura única, resistentes a cargas verticais e laterais - <u>sem estrutura anti-sísmica</u> . | ● | → | → | → | → |
| | Estruturas aporricadas <u>com estrutura anti-sísmica de nível intermédio</u> . | ● | → | → | → | → |
| | Estruturas aporricadas <u>com estrutura anti-sísmica de elevada qualidade</u> . | ● | → | → | → | → |
| | Paredes <u>sem estrutura anti-sísmica</u> . | ● | → | → | → | → |
| | Paredes <u>com estrutura anti-sísmica de nível intermédio</u> . | ● | → | → | → | → |
| | Paredes <u>com estrutura anti-sísmica de elevada qualidade</u> . | ● | → | → | → | → |
| Aço | Edifícios com estrutura em aço. | ● | → | → | → | → |
| | Casas com estrutura em madeira. | ● | → | → | → | → |

Tabela II.1 Classes de Vulnerabilidade - diferenciação dos tipos de estruturas em classes de vulnerabilidades (adaptado de Grünthal, 1998).

- Classe de vulnerabilidade mais provável
- Intervalo provável
- Intervalo de menor probabilidade, em casos excepcionais

| CLASSIFICAÇÃO DE DANOS | |
|--|--|
| Edifícios de alvenaria | Edifícios de betão armado |
| Nível 1 – Danos negligenciáveis a ligeiros (sem danos estruturais; danos não-estruturais ligeiros) | |
|  <ul style="list-style-type: none"> Muito poucas paredes com fissuras Queda de pequenas porções de estuque/calça Ocasionalmente, queda de pedras soltas das partes altas dos edifícios | <ul style="list-style-type: none"> Pequenas fendas nos estuques sobre elementos de pórtico ou na base das paredes Pequenas fendas nas divisórias e enchimentos  |
| Nível 2 – Danos moderados (danos estruturais ligeiros; danos não-estruturais moderados) | |
|  <ul style="list-style-type: none"> Fendas em muitas paredes Queda de grandes pedaços de estuque/reboco Colapso parcial de chaminés | <ul style="list-style-type: none"> Fendas em colunas e vigas de pórticos e em paredes estruturais Fendas em divisórias e paredes de enchimento; queda de revestimentos frágeis e estuque Queda de argamassa das juntas entre paredes  |
| Nível 3 – Danos substanciais a severos (danos estruturais moderados; danos não-estruturais severos) | |
|  <ul style="list-style-type: none"> Fendas grandes e extensas na maioria das paredes Deslocação de telhas Fracturação de chaminés ao nível do telhado Fracturação de elementos não estruturais individuais (divisórias, empenas) | <ul style="list-style-type: none"> Fendas em colunas e nas juntas das colunas e vigas de pórticos, na base e nas juntas de paredes acopladas Fracturação do revestimento de cimento, instabilidade por encurvatura de tirantes armados Grandes fendas em divisórias e paredes de enchimento, colapso de paredes de enchimento individuais  |
| Nível 4 – Danos muito severos (danos estruturais severos; danos não-estruturais muito severos) | |
|  <ul style="list-style-type: none"> Colapso total ou parcial de paredes Colapso estrutural parcial de telhados e pisos | <ul style="list-style-type: none"> Grandes fendas em elementos estruturais com rotura de compressão do betão e fracturação de tirantes Falha na ligação das armaduras de viga; arqueamento de colunas Colapso de algumas colunas ou colapso de um único piso superior  |
| Nível 5 – Destruição (danos estruturais muito severos) | |
|  <ul style="list-style-type: none"> Colapso total ou quase total | <ul style="list-style-type: none"> Colapso do piso térreo ou de partes do edifício (e.g. alas)  |

Tabela II.2 - Classificação de danos em edifícios de alvenaria e de betão armado (adaptado de Grünthal, 1998).

| INTENSIDADE | | EFEITOS OBSERVADOS | | | | Grau | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------------------|---|--|---|---|------|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|------|---|---|----|---|---|-----|
| Grau | Designação | Efeitos nos seres humanos | Efeitos sobre os objectos e a natureza | Efeitos nas construções | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | Não sentido | Não sentido, mesmo nas circunstâncias mais favoráveis. | Nenhum efeito. | Sem danos. | | I | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| II | Escassamente sentido | O tremor apenas é sentido em casos isolados (<1% de indivíduos em repouso no interior de edifícios e em lugares especialmente receptivos). | Nenhum efeito. | Sem danos. | | II | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| III | Fraco | O tremor é sentido dentro de casa por poucas pessoas. Pessoas em repouso sentem um balançamento ou um ligeiro estremecimento. | Objectos suspensos oscilam ligeiramente. | Sem danos. | | III | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IV | Amplamente observado | O tremor é sentido por muitas pessoas dentro de casa e por raras no exterior. Poucas pessoas são acordadas. A vibração é moderada e não é assustadora. As pessoas sentem um ligeiro estremecimento ou balançamento do edifício, quarto ou mobiliário. | Loiça, vidros, janelas e portas choçalham. Objectos suspensos oscilam. Nalguns casos (poucos), o mobiliário leve treme visivelmente e as estruturas de madeira rangem. | Sem danos. | | IV | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| V | Forte | O tremor de terra é sentido pela maioria das pessoas dentro de casa e por poucas no exterior. Poucas pessoas assustam-se e fogem para o exterior. Muitas pessoas adormecidas acordam. Certas pessoas sentem um estremecimento forte ou um abanão do edifício, quarto ou mobiliário. | Objectos suspensos oscilam consideravelmente. Loiças e vidros fazem ruído. Objectos pequenos, de topo pesado e/ou precariamente apoiados, podem ser deslocados ou cair. Portas e janelas balançam abrindo e fechando. Em poucos casos os vidros das janelas partem-se. Líquidos oscilam e podem derramar de recipientes bem cheios. Dentro de casa os animais podem ficar inquietos. | <table border="1"> <tr><td>A</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>B</td><td>1</td><td></td></tr> </table> | A | 2 | 1 | B | 1 | | V | | | | | | | | | | | | |
| A | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VI | Ligeiramente danificante | Sentido pela maioria das pessoas dentro de casa e por muitas no exterior. Algumas pessoas perdem o equilíbrio, muitas assustam-se e fogem para o exterior. | Pequenos objectos normalmente estáveis podem cair e o mobiliário pode ser deslocado. Em poucos casos pratos e objectos de vidro podem partir-se. Animais domésticos, mesmo no exterior, podem assustar-se. | <table border="1"> <tr><td>A</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>B</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>C</td><td>1</td><td></td></tr> </table> | A | 2 | 1 | B | 2 | 1 | C | 1 | | VI | | | | | | | | | |
| A | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VII | Danificante | A maioria das pessoas assusta-se e tenta fugir para o exterior. Muitas têm dificuldade em manter-se de pé, especialmente nos andares superiores. | O mobiliário é deslocado e os móveis que têm topo pesado podem tombar. Grande quantidade de objectos cai das prateleiras. A água extravasa de recipientes, tanques e piscinas. | <table border="1"> <tr><td>A</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>B</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>C</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>D</td><td>1</td><td></td></tr> </table> | A | 4 | 3 | B | 3 | 2 | C | 2 | | D | 1 | | VII | | | | | | |
| A | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VIII | Fortemente danificante | Muitas pessoas têm dificuldade em manter-se de pé, mesmo no exterior. | O mobiliário pode tombar. Objectos como aparelhos de televisão, máquinas de escrever, etc. caem ao chão. Lápides (pedras tumulares) podem ser deslocadas, rodadas ou voltadas. Podem observar-se ondulações em solos brandos. | <table border="1"> <tr><td>A</td><td>5</td><td>4</td></tr> <tr><td>B</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>C</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>D</td><td>2</td><td></td></tr> </table> | A | 5 | 4 | B | 4 | 3 | C | 3 | 2 | D | 2 | | VIII | | | | | | |
| A | 5 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IX | Destrutivo | Pânico generalizado. As pessoas podem ser energicamente lançadas ao chão. | Muitos monumentos e colunas caem ou são rodados. Observam-se ondulações em solos brandos. | <table border="1"> <tr><td>A</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>B</td><td>5</td><td>4</td></tr> <tr><td>C</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>D</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>E</td><td>2</td><td></td></tr> </table> | A | 5 | 5 | B | 5 | 4 | C | 4 | 3 | D | 3 | 2 | E | 2 | | IX | | | |
| A | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 5 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| X | Muito destrutivo | | | <table border="1"> <tr><td>A</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>B</td><td>5</td><td>4</td></tr> <tr><td>C</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>D</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>E</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>F</td><td>1</td><td></td></tr> </table> | A | 5 | 5 | B | 5 | 4 | C | 4 | 3 | D | 3 | 2 | E | 2 | | F | 1 | | X |
| A | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 5 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XI | Devastador | | | <table border="1"> <tr><td>A</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>B</td><td>5</td><td>4</td></tr> <tr><td>C</td><td>4</td><td>3</td></tr> <tr><td>D</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>E</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>F</td><td>1</td><td></td></tr> </table> | A | 5 | 5 | B | 5 | 4 | C | 4 | 3 | D | 3 | 2 | E | 2 | | F | 1 | | XI |
| A | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 5 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 4 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 3 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XII | Completamente devastador | | | <table border="1"> <tr><td>A</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>B</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>C</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>D</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>E</td><td>5</td><td>5</td></tr> <tr><td>F</td><td>5</td><td>5</td></tr> </table> | A | 5 | 5 | B | 5 | 5 | C | 5 | 5 | D | 5 | 5 | E | 5 | 5 | F | 5 | 5 | XII |
| A | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F | 5 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela II.3 - Escala Macrossísmica Europeia – 1998 (EMS-98) - versão integral (adaptado de Grünthal, 1998). A utilização desta escala pressupõe o conhecimento e a interiorização dos conceitos inerentes à elaboração da EMS-98, recomendando-se a consulta do respectivo manual.

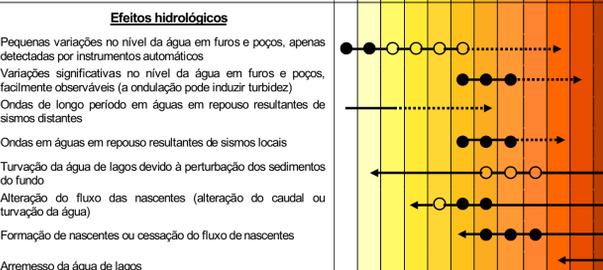
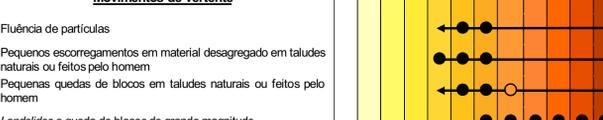
| EFEITOS SISMO-GEOLÓGICOS | |
|--------------------------------------|---|
| Tipo de efeitos | Intensidade |
| | I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII |
| Efeitos hidroloógicos |  |
| Movimentos de vertente |  |
| Processos em terrenos planos* |  |
| Processos mistos/complexos |  |

Tabela II.4 - Efeitos sísmo-geológicos (adaptado de Grünthal, 1998).

- Intensidades típicas para ocorrência de determinado efeito. Círculos a cheio - intervalo útil para o diagnóstico
- Intervalo possível de ocorrência
- Possível ocorrência em casos extremos
- * Devem ser consideradas apenas as roturas neotectónicas e excluídas as resultantes do comportamento geotécnico do solo sujeito às vibrações sísmicas.

Nota: Os efeitos sísmo-geológicos não devem, por si só, ser utilizados para avaliação de intensidades, mas tão somente para confirmar as intensidades atribuídas com base em outro tipo de informação.

Anexo II
Quadro síntese dos conceitos utilizados na Escala Macrossísmica Europeia - 1998.
Trabalho elaborado por Silveira, D.; Alves, P. e Gaspar, J.L..

In: Silveira, D. (2002) - Caracterização da sismicidade histórica da ilha de S. Miguel com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico. Ponta Delgada: Departamento de Geociências da Universidade dos Açores, 2002. Tese Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos. 149 p.