

## **Estudo Sectorial sobre Risco Sísmico**

### **1. Introdução**

Este estudo teve por objectivo formular recomendações relativas à consideração do risco sísmico a incorporar no Plano Director Municipal de Lisboa. Contém também uma série de sugestões para reduzir o risco sísmico, de âmbito mais geral, cuja utilidade se tornou visível no decurso das reuniões no âmbito deste trabalho realizadas com a participação conjunta de técnicos municipais e do ICIST (Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção do Instituto Superior Técnico).

### **2. Enquadramento**

A Câmara Municipal de Lisboa, através do Departamento de Protecção Civil, tem desenvolvido na última década inúmeros trabalhos ligados ao problema sísmico com vista a definir as bases para um Plano de Emergência para o Risco Sísmico da Cidade de Lisboa. Esse Plano, publicado em 2001, contempla as “Áreas Críticas” da Cidade definidas como as zonas da Cidade onde se espera que possam ocorrer os maiores danos e maior concentração de vítimas face aos sismos potencialmente mais destruidores. O principal objectivo a cumprir com o conceito de “Áreas Críticas” teve em vista a preparação para a Emergência nos seus aspectos de actuação imediatamente após a ocorrência de um sismo.

Os trabalhos que conduziram à definição das “Áreas Críticas” foram de diversa índole, cobrindo (i) aspectos da sismicidade histórica com as suas características de localização epicentral, magnitude, propagação de ondas e isossistas, (ii) os efeitos dos solos, (iii) o comportamento do edificado e (iv) a dinâmica da população. As “Áreas Críticas” foram as zonas que, para os diferentes sismos plausíveis, sistematicamente produziam maior impacto em termos de edifícios com danos moderados a graves e, conseqüentemente, maiores danos humanos (mortos e feridos). Estas “Áreas Críticas” constam do “Plano de Emergência” para o Município de Lisboa, concluído em 2001. Constam também desse “Plano de Emergência” as “Áreas Livres” e “Áreas com Equipamentos e Infra-estruturas” para utilização temporária em caso de ocorrência sísmica. Estas “Áreas” são fundamentais para o socorro e acções de emergência e deveriam fazer parte do PDM como “áreas afectas à emergência” de forma a restringir alterações do seu uso corrente. Alterações deste tipo deveriam ser sujeitas a parecer prévio do Departamento de Protecção Civil de forma a evitar que se diminuam as áreas disponíveis abaixo dos valores mínimos necessários.

Todos os estudos que estiveram na origem da definição das cartas presentes no “Plano de Emergência” acima referidas, foram elaborados essencialmente durante a segunda metade da década de 1990, recorrendo a dados e tecnologias existentes à época. Todos os resultados principais foram vertidos num “Simulador de cenários sísmicos”, que dado um epicentro, uma magnitude e hora de ocorrência, produz cartas de danos humanos e materiais para todo o Concelho. Desde então até aos dias de hoje algumas alterações importantes tiveram lugar tanto a nível dos dados como a nível das tecnologias em que se baseou o “Simulador”. Relativamente ao primeiro caso, é de salientar a significativa alteração na constituição do parque habitacional resultante da

grande renovação que teve lugar em algumas zonas de Lisboa, bem como da alteração da dinâmica da população no interior da Cidade ao longo do dia. Relativamente ao evoluir das tecnologias, existem hoje avanços no conhecimento técnico-científico que podem proporcionar melhorias em alguns aspectos do “Simulador”. Seria recomendável proceder-se neste contexto à actualização do “Simulador” existente de molde a contemplar os aspectos referidos.

No entanto, e no que diz respeito ao risco sísmico, o planeamento civil de Emergência visa essencialmente combater as consequências dos sismos após a sua ocorrência. Ora isto é claramente insuficiente se não se fizer também um esforço significativo de redução das causas. Ora estas dependem não só do fenómeno sísmico em si, mas principalmente da insuficiente resistência sísmica do parque construído, das redes de infraestruturas e outros equipamentos sociais e económicos. É assim fundamental uma acção de carácter preventivo ao nível do parque construído. Salienta-se o facto da Legislação actual sobre Planos de Ordenamento (DL 380/99 alterado pelo DL 310/2003) e a Legislação técnica sobre sismos (RSA, 1983 e Eurocódigo 8) não serem suficientes para acautelar situações graves ao nível da prevenção em caso de sismos.

No sentido de caracterizar o parque construído de Lisboa, ainda que de forma pouco pormenorizada pois não se consideram todos os factores relevantes, apresentam-se duas cartas complementares, em que se identificam as zonas da cidade em que a maioria dos edifícios foi construído antes, ou depois, de 1960 (Anexos 2 e 3). Esta data marca o início da aplicação da primeira legislação anti-sísmica moderna em Portugal, e por isso um aumento do nível de exigência no que diz respeito à resistência sísmica dos edifícios. Embora não exista uma fiscalização eficiente e sistemática da aplicação da legislação, pensa-se que mesmo assim a sua existência se reflectiu numa melhoria do nível médio de resistência sísmica das construções. A ausência de mecanismos efectivos e sistemáticos de fiscalização inviabiliza no entanto extrapolações individuais desta conclusão.

Pretende-se agora introduzir ao nível do PDM do Concelho de Lisboa ou outros documentos normativos a emitir pela CML algumas recomendações de carácter essencialmente preventivo que reflectam o estado-da-arte nos conhecimentos adquiridos com os estudos anteriores ou outros a desenvolver, de molde a minimizar os impactos de futuros sismos, actuando a três diferentes *níveis de intervenção*:

- (a) uso do território para futuros desenvolvimentos urbanos;
- (b) definição das acções sísmicas com mais pormenor do que o contemplado pela legislação técnica actual, nomeadamente em zonas ribeirinhas e terrenos de piores características (incluindo o mapeamento futuro destas zonas) e limitações a impôr para construções novas;
- (c) definição do nível de resistência sísmica a exigir e restrições nas intervenções a realizar nas construções antigas.

### **3. Zonamento**

Para a definição de um zonamento que tenha em vista as intervenções a cargo do PDM, o conceito de “Área Crítica”, essencialmente dirigido ao planeamento de acções pós-sismo, não parece ser o mais indicado. Como o objectivo das presentes recomendações

são acções de carácter preventivo, um critério mais adequado terá em vista sobretudo a distribuição da acção sísmica (termo técnico que designa qualquer causa que altere o estado de tensão ou deformação das estruturas), ou seus efeitos nos solos.

Para tal considerou-se como base a classificação dos terrenos do Concelho de Lisboa contida no “Simulador” de acordo com a Carta de Vulnerabilidade Sísmica dos Solos, que constitui o Anexo 1, agrupando as várias categorias em dois grandes Grupos: o 1º Grupo agrega, entre outros, os terrenos correspondentes aos aterros conquistados ao rio Tejo e os aluviões que preenchem os vales das principais “ribeiras” existentes no Concelho. Estes terrenos amplificam sistematicamente as ondas sísmicas. O 2º Grupo corresponde à restante área do Concelho, que se pode considerar coberta pelos tipos de solos definidos na actual regulamentação portuguesa de estruturas (RSA, 1983). A Carta de Vulnerabilidade Sísmica dos Solos contém 4 tipos de solos (esta Carta foi elaborada com a participação de especialistas da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e da Câmara Municipal de Lisboa). O mais fraco (solos de Muito Alta vulnerabilidade na legenda) corresponde ao 1º Grupo. Os três outros tipos de solos referidos na Carta (de vulnerabilidade Alta, Média e Baixa) podem ser associados aos três tipos de solo definidos no RSA. Em cada projecto específico tem de ser atribuída uma classificação ao solo do local da construção para efeitos de definição da acção sísmica, pois as ondas sísmicas propagam-se na crosta terrestre pelo substrato rochoso e são transmitidas às estruturas pelas camadas de terreno superficiais. Estas camadas alteram as ondas sísmicas, pelo que o sismo sentido por cada construção na sua base depende do solo no local onde está implantada. A importância de identificar os solos do 1º Grupo deriva do facto de o RSA não cobrir este tipo de solos, resultando assim uma omissão técnica na definição da acção sísmica neste tipo de terrenos.

## **4. Recomendações**

### **4.1 Intervenções a evitar em edifícios existentes**

Recomenda-se que em quaisquer intervenções em edifícios existentes não sejam permitidas intervenções que reduzam a sua resistência global a forças horizontais. São exemplos deste tipo de intervenções: (i) demolições de elementos de suporte de cargas verticais (o que não inclui paredes divisórias em tabique ou tijolo furado, até determinada percentagem da área total dos elementos por piso), (ii) acrescento de novos pisos, e (iii) introdução de canalizações no interior de elementos estruturais se esta afectar significativamente a sua capacidade resistente, o que é o caso em que se cortam armaduras em elementos de betão armado, ou se cortam barrotes de madeira em frontais de edifícios de alvenaria (pombalinos ou gaioleiros).

Só se deverão admitir excepções a estas regras se a intervenção for alvo de um parecer favorável do LNEC ou de outra instituição vocacionada para o efeito com capacidade técnica relevante em engenharia sísmica.

Esta recomendação enquadra-se no *nível de intervenção c)* referido no final do ponto 2 .

## 4.2 Fundações

Quaisquer escavações na vizinhança de edifícios existentes em cotas inferiores às das fundações destes deverão ser alvo de projecto específico para a contenção na fase construtiva de forma a não reduzir a capacidade resistente das fundações do edifício existente.

Esta recomendação enquadra-se no *nível de intervenção c*).

Em zonas de escoamento significativo de águas subterrâneas, como é o caso da Baixa por exemplo, deverão ser promovidos estudos para caracterizar o impacto de novas obras subterrâneas de grande porte (tunéis, parques de estacionamento, etc.) nos regimes de escoamento existente (nível freático, caudais, velocidades, etc.) sobre as infraestruturas subterrâneas existentes e as fundações dos edifícios. Até à conclusão desses estudos deverão ser suspensas as obras subterrâneas que possam alterar significativamente os regimes de escoamento. Deverá ser feito o zonamento destas zonas.

Esta recomendação enquadra-se no *nível de intervenção a*).

Em zonas de solos brandos e/ou níveis freáticos superficiais (correspondente aos solos de Muito Alta Vulnerabilidade na carta que constitui o Anexo 1) deverá ser dada especial atenção à escolha do tipo de fundação, que salvo justificação técnica devidamente fundamentada no projecto dos edifícios, deverá ser por fundação profunda. A acção sísmica nestes locais, a usar no cálculo das construções, novas ou a reabilitar, deverá considerar explicitamente os efeitos de amplificação local e alteração de conteúdos de frequência que esses solos provocam. Para este efeito deverá ser redefinida a acção sísmica de projecto em zonas de solos brandos para lá do que consta da legislação geral (RSA, 1983). Dado que o Eurocódigo 8 (EC 8) contempla este tipo de situação, sugere-se que até à sua entrada em vigor, a versão deste regulamento datada de 1998 (ENV1998) e o respectivo documento nacional de aplicação (DNA) sejam utilizados na definição da acção sísmica neste tipo de solos, que correspondem no EC8 ao solo tipo C. Junta-se no Anexo 5 o traçado sobreposto dos espectros para solo tipo C de acordo com o EC8 e o DNA, com os respectivos espectros do RSA para ambos os tipos de sismos definidos no RSA e para a gama de frequências de maior interesse prático ( $f < 4$  Hz). Junta-se também uma tabela para cálculo do coeficiente sísmico de referência  $\beta_0$  definido no artº 31.2 do RSA onde aos valores correspondentes aos solos definidos no RSA se acrescentou mais uma linha com os valores para os solos de Muito Alta Vulnerabilidade (EC8+DNA).

Esta recomendação enquadra-se no *nível de intervenção b*).

## 4.3 Reabilitação urbana

As obras e projectos de reabilitação urbana de edifícios que verifiquem determinados critérios a definir (baseados por exemplo em custos, tipo de obra, etc.), deveriam incluir explicitamente uma componente de resistência à acção sísmica. Como, no entanto, no momento presente há um vazio de legislação técnica neste domínio recomenda-se que sejam elaboradas recomendações técnicas aplicáveis ao reforço dos principais tipos de

edifícios que constituem o parque construído da cidade. Recomenda-se também que as fases iniciais da aplicação dessas recomendações se desenvolvam em colaboração entre os técnicos da autarquia e das instituições que elaborarem as recomendações. A viabilidade técnica do reforço das construções antigas já foi objecto de discussão no meio técnico (Cóias e Silva, 2001), e apesar da necessidade de aumentar o conhecimento científico nesta área, o conhecimento actual é considerado suficiente para introduzir melhorias significativas no potencial desempenho sísmico das construções antigas.

Em particular, dever-se-ia aproveitar as obras de manutenção de edifícios mais vulneráveis à acção sísmica para aplicar as soluções de reforço. Deveriam definir-se prioridades de intervenção, em função de critérios tais como a relação custos/benefícios, o tipo de utilização dos edifícios e o seu valor patrimonial. Deveriam ser estabelecidos prazos para execução das intervenções necessárias. Nos edifícios a necessitar de intervenção deveria ser colocado em local visível na entrada dos edifícios um aviso sobre o nível de risco sísmico do mesmo, à semelhança do que se faz por exemplo na Califórnia (de acordo com “The Unreinforced Masonry Building (URM) Law”, cuja cópia constitui o Anexo 6 deste relatório). O aviso seria removido no final da intervenção recomendada.

Deverá ser definido o nível da acção sísmica de projecto a considerar em obras de reabilitação, que poderá ser inferior ao exigível para construções novas.

Esta recomendação enquadra-se no nível de *intervenção c*).

#### **4.4 Ordenamento do território**

Em zonas onde exista um potencial significativo de deslizamento de terras não deverão ser permitidas novas construções cuja segurança estrutural possa ser afectada, em particular durante a ocorrência de um sismo, a não ser que previamente sejam executadas obras de estabilização dessas encostas de forma a impedir esses deslizamentos.

Em zonas com potencial de liquefacção de solos não deverá ser permitida a construção a não ser que projecto atenda a esse efeito, reservando-se a CML o direito de analisar e não aprovar o projecto.

Em zonas potencialmente inundáveis na ocorrência de tsunamis (tal como aconteceu na sequência do sismo de 1755) dever-se-à evitar a construção ou instalação de infra-estruturas que originem concentração de pessoas com mobilidade reduzida, como por exemplo creches, lares de idosos, hospitais ou maternidades. A identificação destas zonas também é importante para que a Protecção Civil possa empreender acções de mitigação dos respectivos efeitos (sistemas de alarme, informação e preparação da população, estabelecimento de corredores de evacuação, protecção de infra-estruturas importantes, por exemplo entradas de estações de metro, etc.).

Estas três recomendações enquadram-se no nível de *intervenção a*).

Para implementação destas três recomendações deverão ser elaboradas cartas de risco identificando as zonas em causa, como adiante se explicita no ponto 5.2.

#### 4.5 Sistematização das medidas propostas

Apresenta-se de seguida no quadro 1 uma sistematização das medidas propostas no ponto 4 com referência aos níveis de intervenção propostos no ponto 2.

Quadro 1 – Níveis de intervenções propostos

	Nível de intervenção a)	Nível de intervenção b)	Nível de intervenção c)
	<i>Uso do território para futuros desenvolvimentos urbanos</i>	<i>Definição das acções sísmicas com mais pormenor do que o contemplado pela legislação técnica actual, e limitações a impor para construções novas</i>	<i>Definição do nível de resistência sísmica a exigir e restrições nas intervenções a realizar nas construções antigas</i>
<b>Acções Propostas</b>	Suspensão de obras subterrâneas de grande porte (4.2)  Realização de estudos de zonamento de regimes de escoamento.	Redefinição da acção sísmica em solos brandos (4.2)	Evitar intervenções em edifícios existentes que reduzam a sua resistência sísmica (4.1)
	Identificação de zonas de potencial deslizamento de terras (4.4)	Escolha do tipo de fundação (4.2)	Exigência de projecto específico de contenção provisória (4.2)
	Identificação de zonas com potencial de liquefacção (4.4)		Considerar a componente sísmica em obras de reabilitação urbana (4.3)
	Identificação de zonas inundáveis por tsunamis (4.4)		

## **5. Instrumentos para aplicação das recomendações**

### **5.1 Cartas desenvolvidas pelos serviços da CML com possibilidade de serem incluídas no PDM**

- ⇒ Carta de Vulnerabilidade Sísmica dos Solos – para efeitos de definição mais pormenorizada da acção sísmica no 1º Grupo de solos referido na ponto 3 (Anexo 1).
- ⇒ Carta de Edifícios Construídos antes de 1960 – ilustração das zonas da cidade com parque construído, em média, mais vulnerável (Anexo 2).
- ⇒ Carta de Edifícios Construídos depois de 1960 (Anexo 3)
- ⇒ Carta de Áreas Livres (áreas superiores a 2 hectares) com possibilidade de utilização no “socorro” (Anexo 4) – para identificação de áreas ou equipamentos cujo uso não deva ser alterado se puser em causa o seu possível uso futuro em caso de Emergência.

### **5.2 Recomendações para estudos mais pormenorizados**

Conforme se foi referindo ao longo do texto há um conjunto de estudos a efectuar a breve prazo que deveriam dar origem a cartas temáticas a incluir em futuras edições do PDM ou Planos de Pormenor:

- ⇒ Carta Geotécnica com o estabelecimento das características mecânicas e geométricas das formações geológicas superficiais (estratos correspondentes aos últimos 30 m) – a elaboração desta carta permitiria de futuro aferir melhor a definição da acção sísmica e criaria um instrumento útil na elaboração das outras cartas que se sugerem de seguida, servindo ainda de apoio a estudos e projectos envolvendo estruturas enterradas e fundações, e outros fins.
- ⇒ Carta de níveis freáticos e fluxos de águas subterrâneas - para efeitos de aplicação do referido no ponto 4.2.
- ⇒ Carta de *antigas pedreiras* onde se poderão encontrar enchimentos de grande espessura que podem originar assentamentos diferenciais importantes – para efeitos de classificação dos solos nessas zonas e eventual informação aos projectistas.
- ⇒ Carta de potencial deslizamento ou escorregamento de terrenos – para efeitos de aplicação do referido no ponto 4.4.
- ⇒ Carta de potencial liquefacção de terrenos - para efeitos de aplicação do referido no ponto 4.4.
- ⇒ Carta de potencial impacto de tsunamis - para efeitos de aplicação do referido no ponto 4.4.

⇒ Carta de Aptidão para a Construção (uso de solos) – sugere-se a criação desta carta, sintetizando a informação das anteriores, como ferramenta de apoio ao licenciamento.

Na sequência do referido no capítulo referente à reabilitação urbana, seria da maior importância que a Câmara Municipal de Lisboa dispusesse de um *Guião* com um conjunto de informações práticas que pudesse orientar os agentes da construção (projectistas, construtores e fiscais de obra) sobre as diversas técnicas de reabilitação das estruturas mais vulneráveis, explicitando o que é apropriado fazer e o que deverá ser evitado para melhorar a resistência sísmica das construções. Este Guião poderia assim contribuir para colmatar o vazio de legislação referido no ponto 4.3.

## **6. Outras sugestões de acção ou contribuições da CML para reduzir o risco sísmico**

Apresenta-se de seguida um conjunto de sugestões que visam a redução do risco sísmico e que a CML pode aplicar ou contribuir para que sejam aplicadas:

- Promover a melhoria dos projectos e obras a executar, tanto novas como de reabilitação, podendo fazê-lo por fiscalização directa ou exigindo certificação e assunção de responsabilidades técnicas, financeiras (por exemplo por via de seguros) e legais pela qualidade dos projectos e obras por entidades credenciadas para o efeito.
- Incluir recomendações quanto à qualificação a exigir aos projectistas e construtores envolvidos na reabilitação sísmica. Quanto aos projectistas, usar, por exemplo, a figura da “especialização em estruturas”, ou outra especialização a criar pela Ordem dos Engenheiros para o efeito, por exemplo, “especialização em reabilitação estrutural” ou mesmo “especialização em reabilitação sísmica”. Esta qualificação deverá ser exigida aos engenheiros projectistas e fiscais deste tipo de obra. Para as empresas, prever a criação de uma categoria específica de alvarás, por exemplo “trabalhos de reabilitação estrutural” com duas subcategorias “construções antigas” e construções recentes”. Em alternativa, exigir a uns e outros a certificação com base na norma ISO 9001. A implementação destas recomendações envolve outras entidades, junto das quais a CML deverá levantar estas questões. A sua implementação deverá também ser prudente, para, se necessário, dar aos projectistas e construtores algum tempo para obter as necessárias qualificações.
- Apoiar actividades de investigação com vista ao levantamento de pormenor do parque construído de Lisboa e avaliação do risco sísmico dos vários tipos de edifício com mais detalhe.
- Fazer a monitorização sísmica de algumas estruturas de grande porte como forma de melhorar o conhecimento do seu comportamento quando submetidas a acções sísmicas moderadas a intensas.
- Contribuir para o aperfeiçoamento de soluções de reabilitação sísmica. A CML pode apoiar a concretização desta sugestão e da anterior, por exemplo disponibilizando edifícios antigos a demolir para realização de testes destrutivos

com vista à avaliação da sua resistência e ductilidade. Outros elementos dos mesmos edifícios poderão ser testados para avaliar a sua resistência depois de reforçados.

- Promover a formação e reciclagem dos engenheiros, arquitectos e outros técnicos da CML, aumentando a sua formação na área da resistência e reabilitação sísmica de edifícios.
- Dar o exemplo, promovendo a reabilitação sísmica de edifícios mais vulneráveis do património municipal.
- Divulgar as questões relacionadas com a vulnerabilidade sísmica dos edifícios junto da população de forma a que esta compreenda o interesse da realização deste tipo de obras e o exija, mobilizando assim o sector privado para o seu financiamento.
- Tentar garantir que as estruturas executadas correspondam aos projectos de estruturas na posse da Câmara, ou em caso de alterações estas venham a constar do processo do edifício existente na Câmara.
- As redes viária (rodo- e ferro-), metro, abastecimento de gás, electricidade, água e saneamento deverão atender, numa apreciação preliminar, à Carta de Vulnerabilidade dos Solos.

Como este documento não foi escrito apenas com uma perspectiva de muito curto prazo, chama-se a atenção de que algumas medidas propostas não podem ser implementadas de imediato, requerendo estudos preparatórios e/ou a execução prévia de outros trabalhos para a sua posterior implementação com sucesso.

## **6. Referências**

RSA (1985). Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes. Decreto nº 235 de 1985.

EC8, EN-1998 (2004). Eurocode 8, Part 1, CEN, 2004.

Cóias e Silva, “Viabilidade Técnica de Execução do Programa Nacional de Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado”, Redução da Vulnerabilidade Sísmica do Edificado, SPES e GECORPA, 2001

## **Anexos**

Anexo 1 - Carta de Vulnerabilidade Sísmica dos Solos

Anexo 2 - Carta de Edifícios Construídos antes de 1960

Anexo 3 - Carta de Edifícios Construídos depois de 1960

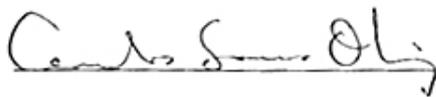
Anexo 4 - Carta de Áreas Livres

Anexo 5 - Definição da acção sísmica para solos do 1º Grupo

Anexo 6 - The Unreinforced Masonry Building (URM) Law

Lisboa, 5 de Abril de 2005

Autor



Carlos Sousa Oliveira

Professor Catedrático

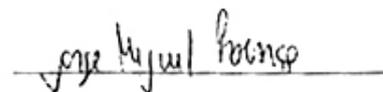
Autor



Mário Lopes

Professor Auxiliar

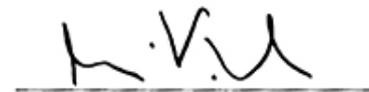
Vistos



Jorge Proença

Professor Auxiliar

Coordenador do Núcleo 1



José Moitinho de Almeida

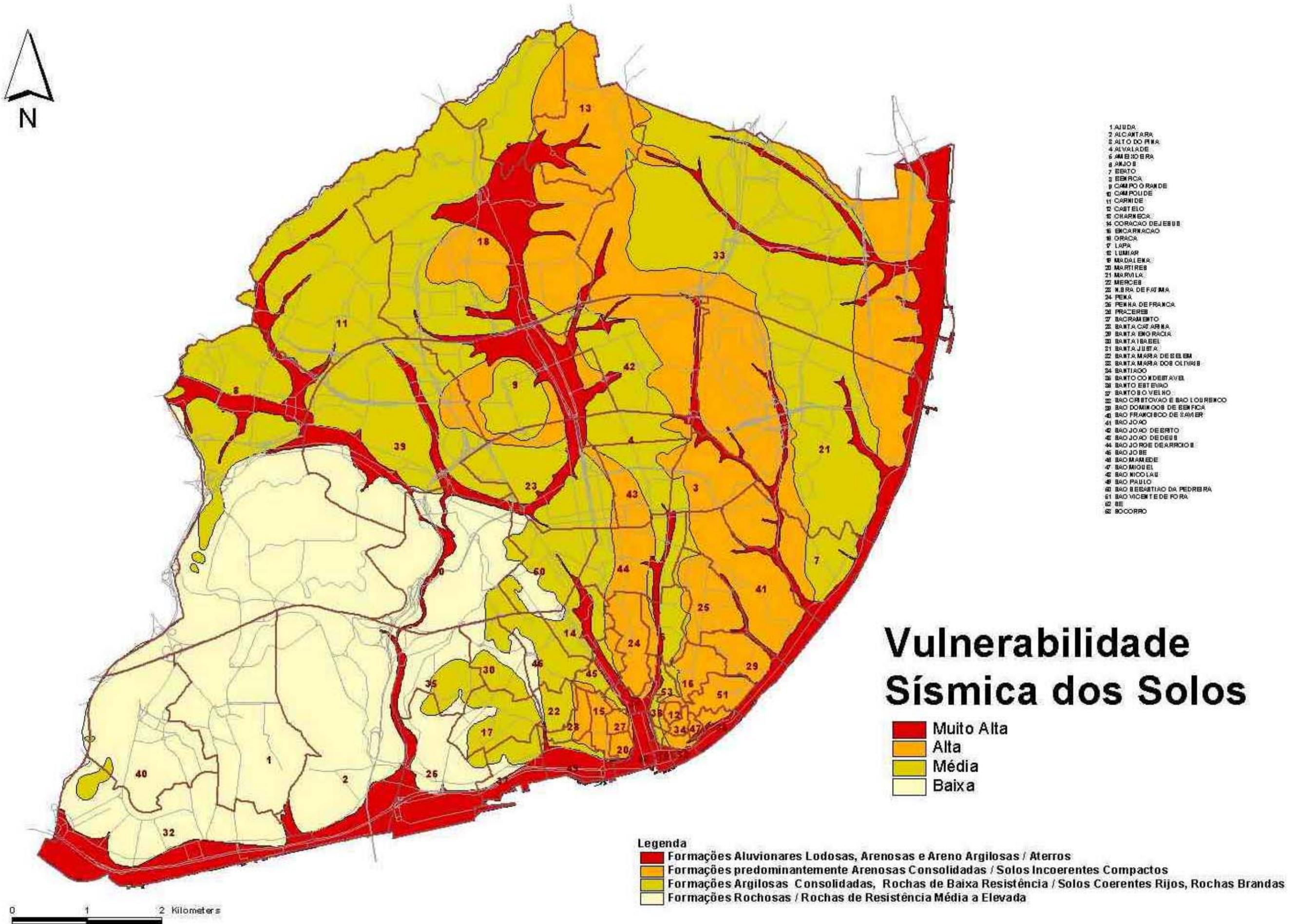
Professor Agregado

Presidente do ICIST

A assinatura do Presidente do ICIST enquadra-se na obrigação dos Estatutos do ICIST – Cap. III, Art.º 9, n.º 3 apenas significando que foi tomado conhecimento da apresentação do presente relatório uma vez que a qualidade científica e ético-profissional é de única responsabilidade dos autores.

## Anexo 1

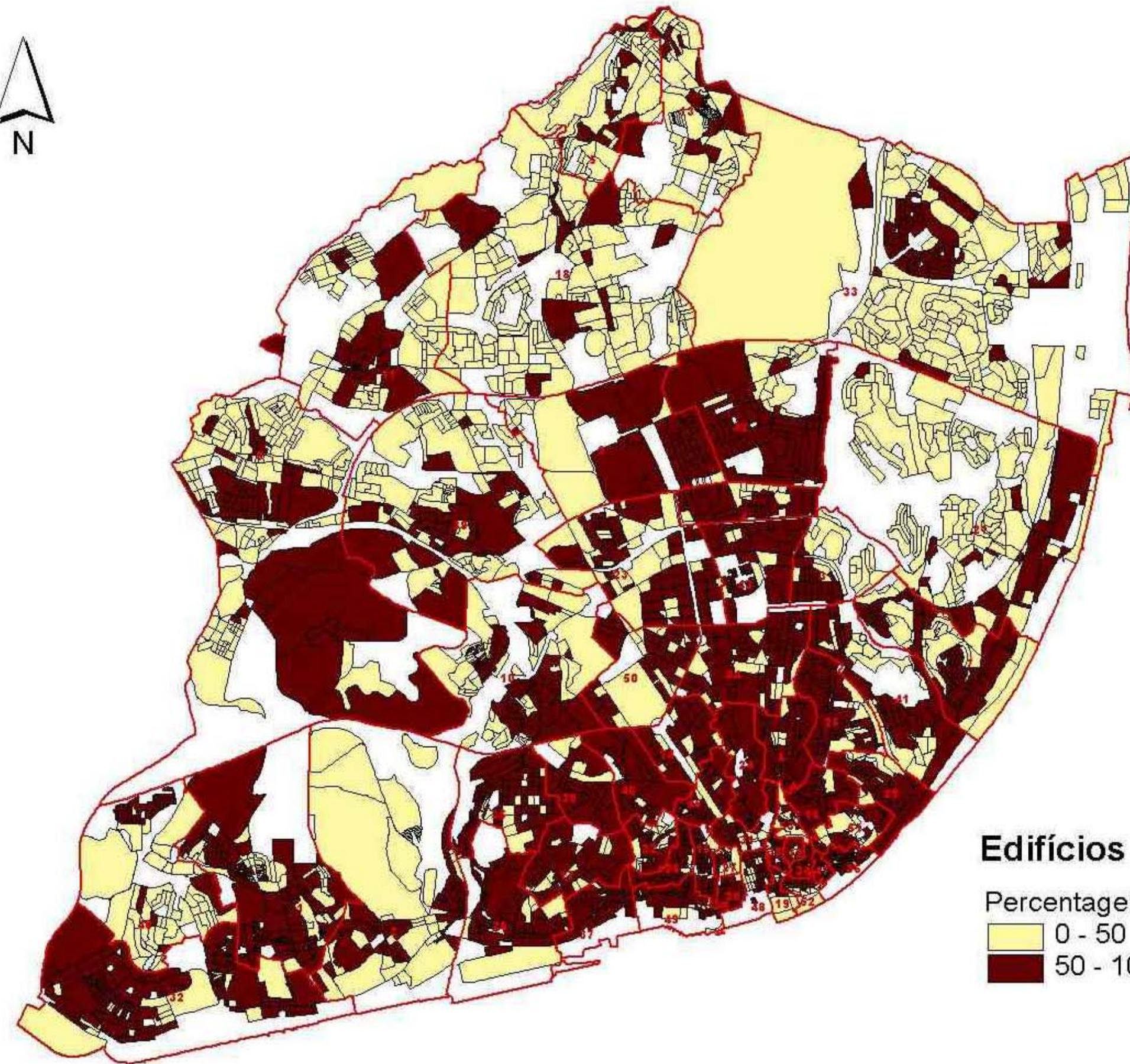
Carta de Vulnerabilidade Sísmica dos Solos



0 1 2 Kilometers

## Anexo 2

Carta de Edificios Construidos antes de 1960

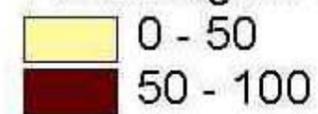


Freguesias

- 1 AJUDA
- 2 ALCANTARA
- 3 ALTO DO PINA
- 4 ALVALADE
- 5 AMBODERA
- 6 ANJO E
- 7 BEATO
- 8 BEMFICA
- 9 CAMPO GRANDE
- 10 CAMPOLIDE
- 11 CARNIDE
- 12 CASTELO
- 13 CHARNECA
- 14 COCACAO DE JESUS
- 15 ENCARNACAO
- 16 GRACA
- 17 LAPA
- 18 LUMIAR
- 19 MADALENA
- 20 MARTIRES
- 21 MARVILA
- 22 MERCEDES
- 23 N. S. RA DE FATIMA
- 24 PENHA
- 25 PENHA DE FRANCA
- 26 PRACERES
- 27 SACRAMENTO
- 28 SANTA CATARINA
- 29 SANTA ENGRACIA
- 30 SANTA ISABEL
- 31 SANTA JUSTA
- 32 SANTA MARIA DE BELEM
- 33 SANTA MARIA DOS OLIVEIROS
- 34 SANTIAGO
- 35 SANTO COSTANTINO
- 36 SANTO ESTEVAO
- 37 SANTO O VELHO
- 38 SAO CRISTOVAO E SAO LOURENCO
- 39 SAO DOMINGOS DE BEMFICA
- 40 SAO FRANCISCO DE XAVIER
- 41 SAO JOAO
- 42 SAO JOAO DEBERTO
- 43 SAO JOAO DE DEUS
- 44 SAO JOAO DE ARRABOIA
- 45 SAO JOSE
- 46 SAO MAMEDE
- 47 SAO MIGUEL
- 48 SAO NICOLAU
- 49 SAO PAULO
- 50 SAO SEBASTIAO DA PEDREIRA
- 51 SAO VICENTE DE FORA
- 52 SE
- 53 SOCORRO

## Edifícios construídos antes de 1960

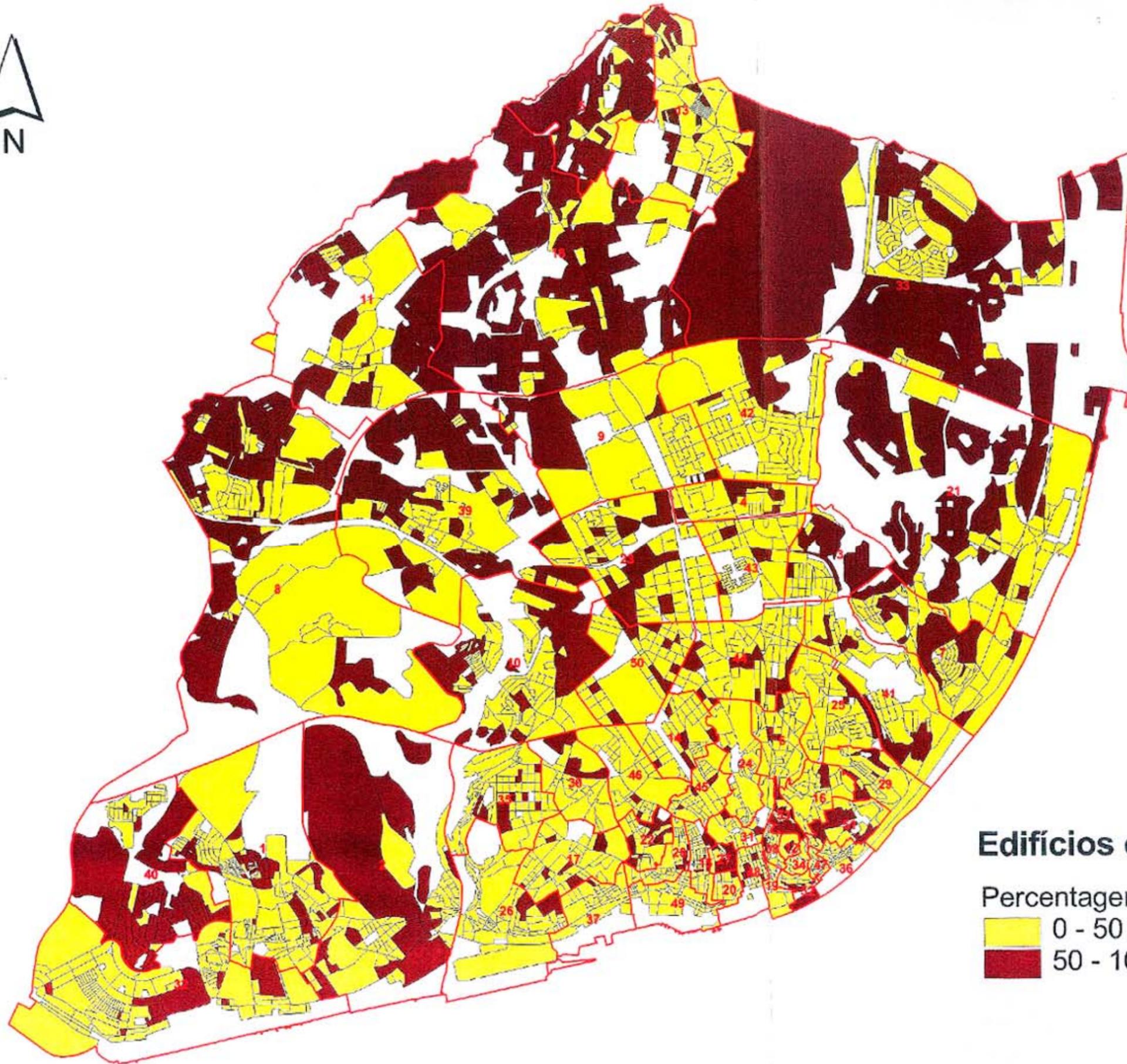
Percentagem de edifícios no quarteirão



0 1 2 Kilometers

## Anexo 3

Carta de Edifícios Construídos depois de 1960

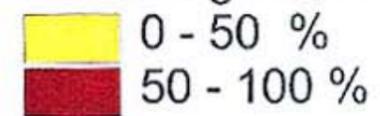


 Freguesias

- 1 AJUDA
- 2 ALCANTARA
- 3 ALTO DO PINA
- 4 ALVALADE
- 5 AMEIXOIRA
- 6 ANJOS
- 7 BEATO
- 8 BENFICA
- 9 CAMPO GRANDE
- 10 CAMPOLIDE
- 11 CARNIDE
- 12 CASTELO
- 13 CHARNECA
- 14 COACAO DE JESUS
- 15 ENCARNACAO
- 16 GRACA
- 17 LAPA
- 18 LUMIAR
- 19 MADALENA
- 20 MARTIRES
- 21 MARVILA
- 22 MERCES
- 23 N. SRA DE FATIMA
- 24 PENHA
- 25 PENHA DE FRANCA
- 26 PRAZERES
- 27 SACRAMENTO
- 28 SANTA CATARINA
- 29 SANTA ENGRACIA
- 30 SANTA ISABEL
- 31 SANTA JUSTA
- 32 SANTA MARIA DE BELEM
- 33 SANTA MARIA DOS OLIVEIS
- 34 SANTIAGO
- 35 SANTO CONDESTAVEL
- 36 SANTO ESTEVAO
- 37 SANTOS O VELHO
- 38 SAO CRISTOVAO E SAO LOURENCO
- 39 SAO DOMINGOS DE BENFICA
- 40 SAO FRANCISCO DE XAVIER
- 41 SAO JOAO
- 42 SAO JOAO DE BRITO
- 43 SAO JOAO DE DEUS
- 44 SAO JORGE DE AFOIOS
- 45 SAO JOSE
- 46 SAO NOMEDE
- 47 SAO MIGUEL
- 48 SAO NICOLAU
- 49 SAO PAUL O
- 50 SAO SEBASTIAO DA PEDREIRA
- 51 SAO VICENTE DL FORA
- 52 SE
- 53 SOCORRO

## Edifícios construídos depois de 1960

Percentagem de edifícios no quarteirão

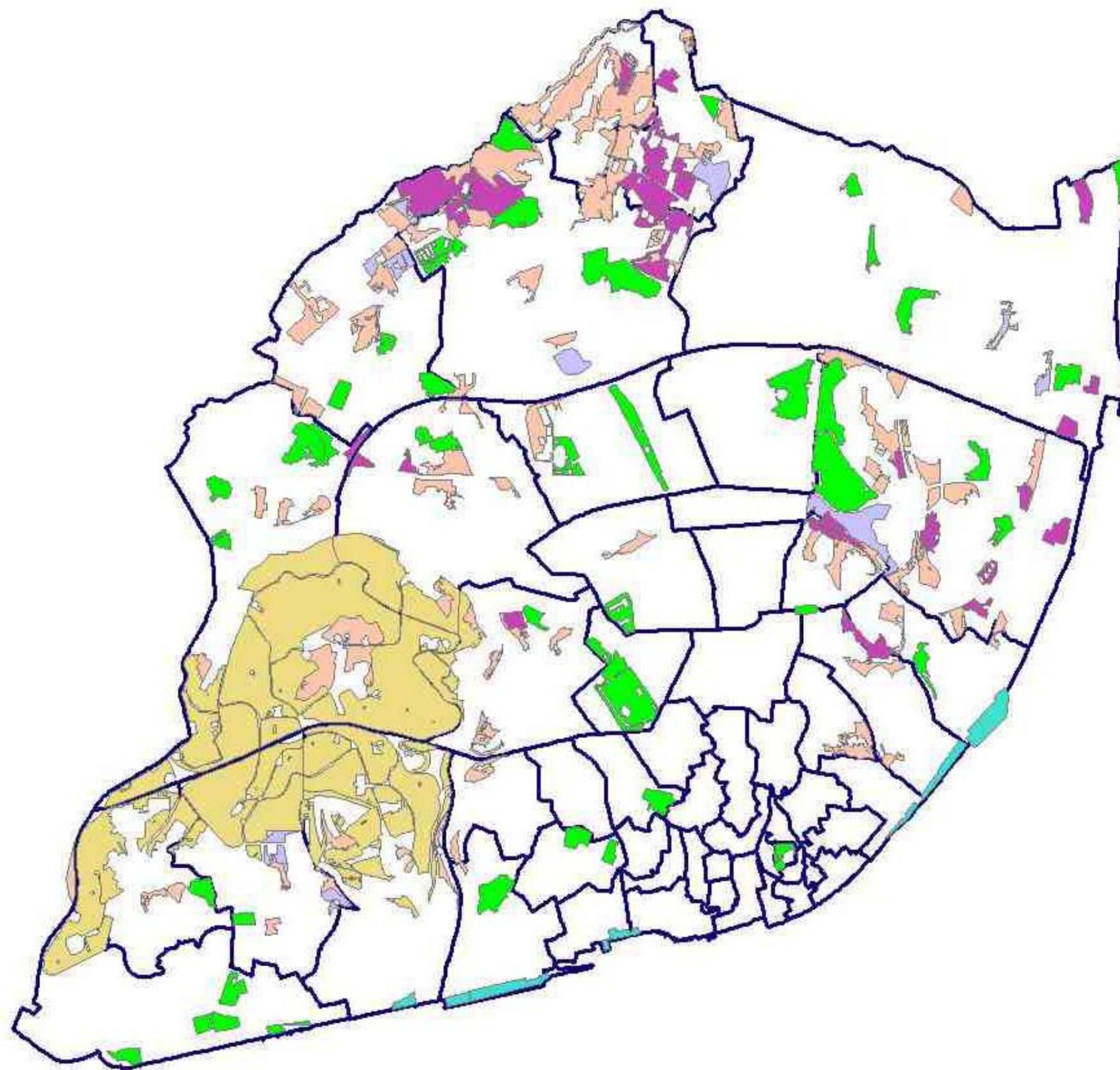


0 1 2 Kilometers

## Anexo 4

Carta de Áreas Livres

## Áreas desocupadas com possibilidade de utilização para o socorro



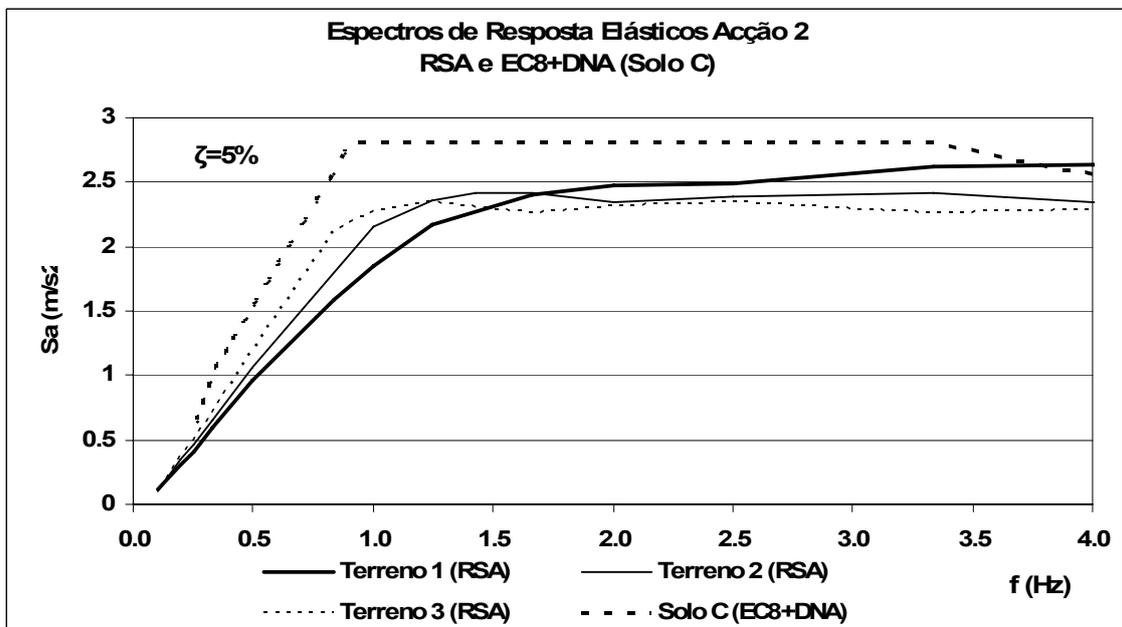
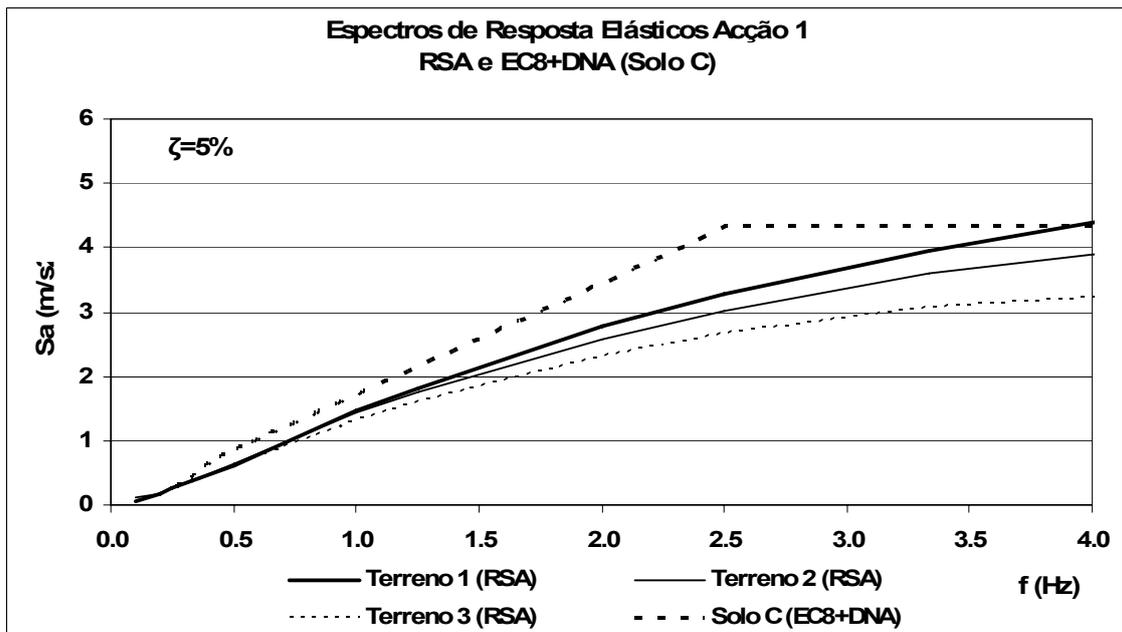
### Legenda

- Outros Espaços
- Espaco Empedrado Alcatroado
- Espaco Florestal
- Espaco Terraplanado
- Espaco Verde Urbano
- Espaco Expectante

## Anexo 5

Definição da acção sísmica para os solos do

1º Grupo



Tipo de terreno	Frequência própria fundamental da estrutura, f(Hz)	$B_0$
I	$0,5 \leq f < 5,6$ $f \geq 5,6$	$0,17\sqrt{f}$ 0,40
II	$0,5 \leq f < 4,0$ $f \geq 4,0$	$0,20\sqrt{f}$ 0,40
III	$0,5 \leq f < 2,0$ $f \geq 2,0$	$0,23\sqrt{f}$ 0,32
Solos de muito alta vulnerabilidade	$0,5 \leq f < 2,5$ $f \geq 2,5$	$0,28\sqrt{f}$ 0,44

## Anexo 6

“The Unreinforced Masonry Building (URM) Law”

 **SEISMIC LEGISLATION**

## **The Unreinforced Masonry Building (URM) Law SB 547**

---

### **Background**

Enacted in 1986, this law Requires cities and counties located in Seismic Zone 4 to identify potentially dangerous URMs and adopt plans for mitigating the hazards posed by these buildings. This law required cities and counties to, at a minimum, survey suspected URM buildings, notify owners of those that might constitute a hazard, and report a proposed mitigation program to the Seismic Safety Commission by January 1, 1990. The law does not require owners to strengthen their buildings.

---

### **The Unreinforced Masonry Building (URM) Law**

Taken From: CALIFORNIA CODES, GOVERNMENT CODE, SECTION 8875-8875.95

8875. Unless the context otherwise requires, the following definitions shall govern the construction of this chapter:

(a) "Potentially hazardous building" means any building constructed prior to the adoption of local building codes requiring earthquake resistant design of buildings and constructed of unreinforced masonry wall construction. "Potentially hazardous building" includes all buildings of this type, including, but not limited to, public and private schools, theaters, places of public assembly, apartment buildings, hotels, motels, fire stations, police stations, and buildings housing emergency services, equipment, or supplies, such as government buildings, disaster relief centers, communications facilities, hospitals, blood banks, pharmaceutical supply warehouses, plants, and retail outlets. "Potentially hazardous building" does not include warehouses or similar structures not used for human habitation, except for warehouses or structures housing emergency services equipment or supplies. "Potentially hazardous building" does not include any building having five living units or less. "Potentially hazardous building" does not include, for purposes of subdivision (a) of Section 8877, any building which qualifies as "historical property" as determined by an appropriate governmental agency under Section 37602 of the Health and Safety

Code.

(b) "Local building department" means a department or agency of a city or county charged with the responsibility for the enforcement of local building codes.

8875.1. A program is hereby established within all cities, both general law and chartered, and all counties and portions thereof located within seismic zone 4, as defined and illustrated in Chapter 2-23 of Part 2 of Title 24 of the California Administrative Code, to identify all potentially hazardous buildings and to establish a program for mitigation of identified potentially hazardous buildings.

By September 1, 1987, the Seismic Safety Commission, in cooperation with the League of California Cities, the County Supervisors Association of California, and California building officials, shall prepare an advisory report for local jurisdictions containing criteria and procedures for purposes of Section 8875.2.

8875.2. Local building departments shall do all of the following:

(a) Identify all potentially hazardous buildings within their respective jurisdictions on or before January 1, 1990. This identification shall include current building use and daily occupancy load. In regard to identifying and inventorying the buildings, the local building departments may establish a schedule of fees to recover the costs of identifying potentially hazardous buildings and carrying out this chapter.

(b) Establish a mitigation program for potentially hazardous buildings to include notification to the legal owner that the building is considered to be one of a general type of structure that historically has exhibited little resistance to earthquake motion. The mitigation program may include the adoption by ordinance of a hazardous buildings program, measures to strengthen buildings, measures to change the use to acceptable occupancy levels or to demolish the building, tax incentives available for seismic rehabilitation, low-cost seismic rehabilitation loans available under Division 32 (commencing with Section 55000) of the Health and Safety Code, application of structural standards necessary to provide for life safety above current code requirements, and other incentives to repair the buildings which are available from federal, state, and local programs. Compliance with an adopted hazardous buildings ordinance or mitigation program shall be the responsibility of building owners.

Nothing in this chapter makes any state building subject to a local building mitigation program or makes the state or any local government responsible for paying the cost of strengthening a privately owned structure, reducing the occupancy, demolishing a structure, preparing engineering or architectural analysis, investigation, or design, or other costs associated with compliance of locally adopted mitigation programs.

(c) By January 1, 1990, all information regarding potentially hazardous buildings and

all hazardous building mitigation programs shall be reported to the appropriate legislative body of a city or county and filed with the Seismic Safety Commission.

8875.3. Local jurisdictions undertaking inventories and providing structural evaluations of potentially hazardous buildings pursuant to this chapter shall have the same immunity from liability for action or inaction taken pursuant to this chapter as is provided by Section 19167 of the Health and Safety Code for action or failure to take any action pursuant to Article 4 (commencing with Section 19160) of Chapter 2 of Part 3 of Division 13 of the Health and Safety Code.

8875.4. The Seismic Safety Commission shall report annually, commencing on or before June 30, 1987, to the Legislature on the filing of mitigation programs from local jurisdictions. The annual report required by this section shall review and assess the effectiveness of building reconstruction standards adopted by cities and counties pursuant to this article and shall supersede the reporting requirement pursuant to Section 19169 of the Health and Safety Code.

8875.5. The Seismic Safety Commission shall coordinate the earthquake-related responsibilities of government agencies imposed by this chapter to ensure compliance with the purposes of this chapter.

8875.6. On and after January 1, 1993, the transferor, or his or her agent, of any unreinforced masonry building with wood frame floors or roofs, built before January 1, 1975, which is located within any county or city shall, as soon as practicable before the sale, transfer, or exchange, deliver to the purchaser a copy of the Commercial Property Owner's Guide to Earthquake Safety described in Section 10147 of the Business and Professions Code. This section shall not apply to any transfer described in Section 8893.3.

8875.7. If the transferee has received notice pursuant to Section 8875.8, and has not brought the building or structure into compliance within five years of that date, the owner shall not receive payment from any state assistance program for earthquake repairs resulting from damage during an earthquake until all other applicants have been paid.

8875.8. (a) Within three months of the effective date of the act amending this section,

enacted at the 1991-92 Regular Session, any owner who has received actual or constructive notice that a building located in seismic zone 4 is constructed of unreinforced masonry shall post in a conspicuous place at the entrance of the building, on a sign not less than 5 X 7 the following statement, printed in not less than 30-point bold type:

"This is an unreinforced masonry building. Unreinforced masonry buildings may be unsafe in the event of a major earthquake."

(b) Notice of the obligation to post a sign, as required by subdivision (a), shall be included in the Commercial Property Owner's Guide to Earthquake Safety.

8875.9. Section 8875.8 shall not apply to unreinforced masonry construction if the walls are nonload bearing with steel or concrete frame.

8875.95. No transfer of title shall be invalidated on the basis of a failure to comply with this chapter.

