Função da sismologia na preservação do ambiente*

ALFREDO S. MENDES

*Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências
da Universidade de Lisboa*

1 — INTRODUÇÃO

1.1 — *Evolução da Terra e sua influência na biosfera*

Apesar do grande progresso científico e tecnológico actual, que em certos domínios ultrapassou tudo quanto se podia esperar, como está a acontecer com a exploração do espaço exterior, tem que se reconhecer, que relativamente à evolução da Terra e seus efeitos nos fenómenos biológicos por exemplo, o que se possa afirmar tem muito de especulação, visto que muitos dos acontecimentos geofísicos e geológicos relacionáveis com aqueles não têm, ainda, explicação satisfatória.

Por exemplo um dos factos, ainda sem explicação em paleontologia, é o que corresponde à evolução biológica ter-se processado por saltos bruscos (Newell, 1963). De facto, os principais acontecimentos neste domínio ocorreram no começo dos períodos **Câmbrico**, **Devónico**, **Triássico** e **Terciário** em que se observa o aparecimento de novas formas de vida.

Às variações climáticas por que tem passado a Terra, tem-se atribuído a extinção total de determinadas espécies e o aparecimento de outras novas. No entanto, Uffen (1964), admite que as causas das

mutações surgidas podem ter origem na acção da radiação corpuscular extraterrestre que tenha bombardeado a Terra em várias épocas e que tenha modificado a mutação genética de modo a permitir rápida evolução de novas formas de vida terrestre.

Quanto à evolução provável do Globo terrestre e sua influência no comportamento do manto superior, crosta, hidrosfera e atmosfera, e, portanto, da biosfera, parece fora de dúvida explicá-la pela história térmica da Terra. Deste modo, a evolução da actividade vulcânica, sísmica e orogénica terá uma origem comum, devido à alteração consequente de tensões elásticas desenvolvidas no manto (Uffen, 1964).

Assim, encontramos a actividade sísmica participando, em maior ou menor grau, nos acontecimentos paleontológicos podendo destruir o equilíbrio do ecossistema que é o globo terrestre, pelas modificações geomorfológicas que a ocorrência de sismos catastróficos possa provocar à superfície do globo terrestre, e, portanto, na sua cobertura vegetal e na fixação da fauna.

1.2 — *Estado actual da Sismologia*

Os sismos pertencem ao tipo de fenómenos naturais que provocam catástrofes, por vezes de grande extensão.

(*) Lição inaugural da Cadeira de Sismologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Ano lectivo 1971/1972.

Estes fenómenos, como é óbvio, chamaram a atenção do homem, desde há muito. As próprias populações primitivas, criaram fantasiosas interpretações dos fenómenos sísmicos. Aristóteles, uma das mais reconhecidas autoridades da antiguidade propôs também uma explicação dos sismos.

Para Aristóteles, os sismos eram as vibrações do interior do Globo provocadas pela passagem do ar que tivesse penetrado pelas cavernas existentes à superfície. Esta teoria manteve-se até fins do século XVIII.

Só a partir do final do século XIX, é que foi possível estabelecer os princípios da sismometria base de todo o progresso da Sismologia verificado no presente século, principalmente na última década.

Os processos tecnológicos recentes facilitaram o desenvolvimento da sismometria e, portanto, o estabelecimento de uma rede sismográfica mundial capaz de fornecer a informação sismológica adequada aos estudos necessários para a solução de determinados problemas relativos ao comportamento das estruturas do Globo terrestre, em face dos fenómenos sísmicos.

A rede sismográfica mundial comporta, hoje cerca de 2500 estações sismográficas. Apesar de estar concentrada em determinadas regiões, da Europa, Ásia e América, pode já considerar-se como mundial, visto que, todos os continentes, incluindo a África, dispõem de estações sismográficas convenientemente apetrechadas, para registo de sismos locais e longínquos.

Com as séries de observações executadas nesta extensa rede sismográfica conseguiram-se as informações necessárias, cuja análise e interpretação permitiram tirar conclusões sobre os fenómenos sísmicos e seus efeitos, designadamente sobre a constituição interna do Globo terrestre. Estas conclusões de grande interesse geológico e geofísico, permitiram ainda projectar estruturas resistentes aos sismos mesmo intensos e destruidores. Deste modo, o homem protegeu-se contra os efeitos desastrosos dos sismos nas construções, de grande repercussão económica e social.

Estes aspectos da Sismologia, são de grande valor prático e provam quanto a ciência pode contribuir para a protecção de vidas humanas contra os desastres naturais, da amplitude que os sismos provocam.

O estado actual dos nossos conhecimentos sismológicos atingiu já um nível tal, que se podem, em certos casos, estabelecer sistemas de vigilância sísmica eficazes e métodos de previsão de sismos com sucesso.

2 — PRESERVAÇÃO DO AMBIENTE

2.1 — Acção dos sismos

Um sismo ou abalo de terra, é a vibração do globo resultante de se ter quebrado o equilíbrio elástico ou gravítico das rochas.

Os sismos não correspondem a uma forma especial de energia. O sismo é o resultado de uma perturbação mecânica análoga à que se observa num meio elástico, transmitindo-se as vibrações sísmi-

cas pelos materiais do globo, com carácter repentino e transiente.

O abalo ou choque que lhe dá origem produz-se em regra, a uma certa profundidade, o foco, ao qual corresponde o epicentro, à superfície. Os sismos podem ser de foco superficial, de foco intermédio (entre 70 km e 300 km) e de foco profundo (entre 300 km e 700 km), conforme a distância do foco ao epicentro; locais, próximos e afastados conforme a distância do epicentro ao observador (distância epicentral) é nula, inferior ou superior a 1000 km; tectónicos e vulcânicos, conforme a origem das forças que provocarem o movimento se devem à alteração das camadas superficiais ou profundas, da crosta e à actividade dos vulcões; em perceptíveis (macrossismos) e imperceptíveis, conforme são sentidos pelo homem ou são apenas registados por instrumentos.

Alguns sismos são precedidos por outros secundários mais fracos designados preliminares; e todos os sismos grandes são seguidos por outros secundários mais pequenos que se chamam réplicas os quais podem sentir-se durante vários meses e nem sempre correspondem ao mesmo foco.

A Sismologia é a secção da geofísica que estuda os fenómenos sísmicos. A Sismologia ocupa-se da interpretação física dos sismos, dos seus efeitos e catalogação, com o fim de conhecer a natureza e modo de propagação das ondas sísmicas e, a natureza e quantidade da energia libertada; a frequência local e distribuição geográfica dos sismos; e a relação destes com a natureza dos terrenos e das construções resistentes aos sismos,

Conforme a natureza e a dimensão da perturbação que provoca os sismos, dão-se por vezes crises sísmicas caracterizadas essencialmente pela repetição com muita frequência do fenómeno sísmico, como aconteceu em Fevereiro de 1964, na ilha de S. Jorge, nos Açores, em que se sentiram cerca de 800 sismos em três meses, dos quais 170 nos primeiros quinze dias.

A extensão dos efeitos dos sismos atinge tais proporções, em certos casos, que qualquer programa de assistência às vítimas de grandes catástrofes deverá incluir também este aspecto e ser considerado com base internacional, tal como acontece com as grandes catástrofes provocadas por erupções vulcânicas, tsunamis, tempestades, tufões, cheias, etc.

Assim, a Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO), cujas actividades não visam apenas aspectos militares mas também todos os outros que tenham implicação na salvaguarda das populações dos países da Organização, e incluem programas científicos de investigação e de fomento geral, para fins pacíficos, considerou o problema dos sismos, dentro das actividades da «Comissão dos Desafios à Sociedade Moderna», criada pela NATO em 6 de Novembro de 1969, depois do célebre discurso do Presidente Nixon sobre os perigos que afectam a sociedade moderna, na reunião dos Ministros dos Negócios Estrangeiros dos países da NATO, em Washington (Abril 1969).

Esta iniciativa, que visa a melhoria do ambiente com base numa colaboração internacional, conduziu já à adopção de determinadas medidas tenden-

tes a pôr em prática os recursos da ciência e da tecnologia modernas, com o fim de se evitarem desastres em caso de catástrofes, incluídas as resultantes de sismos. Os Estados Unidos da América, como país piloto do «Projecto de Assistência nos Desastres», da NATO, juntamente com a Itália e a Turquia como países copilotos, promoveram já diversos estudos preliminares relativos aquele projecto.

Com o fim de se analizarem alguns pontos do Projecto no que respeita aos sismos, aqueles três países promoveram a «Conferência Internacional sobre Sismos» que se realizou em S. Francisco (Califórnia) de 20 a 25 de Maio de 1971, e cujo principal objectivo foi a discussão dos efeitos dos sismos nos seus vários aspectos científicos, económicos e sociais, e a fixação de recomendações com vista a diminuir-se efeitos desastrosos e a promover-se o restabelecimento rápido das condições normais da vida local.

O carácter multidisciplinar e regional que as catástrofes provocadas pelos sismos tomam, têm levado à intensificação da colaboração internacional neste domínio, e a que, algumas organizações científicas internacionais a apoiem. A própria UNESCO, tem financiado vários projectos de investigação nos domínios da Sismologia e missões de técnicos às regiões mais afectadas por sismos, para promoverem a melhoria da informação sismológica.

A UNESCO mantém, ainda, o Centro Internacional de Sismologia, de Edimburgo e planeia a organização de Centros análogos na América do Sul, na África Oriental e no Sudoeste da Ásia, com vista à melhoria da informação sismológica e desenvolvimento do estudo dos sismos.

2.2 — Vigilância sísmica

O sistema de vigilância sísmica a usar está condicionado pela sismicidade da região em que interessa estabelecê-lo, a qual por isso convém conhecer pormenorizadamente.

Seguem-se, por isso, breves considerações sobre a sismicidade do Globo terrestre e dos territórios de Portugal.

A sismicidade de uma região avalia-se, principalmente, pela frequência e intensidade dos sismos;

e pela localização de epicentros, pois pode acontecer que uma região seja fortemente abalada estando o epicentro do sismo correspondente, fora dela.

Se consultarmos uma carta de sismicidade do globo terrestre, por exemplo, a carta publicada pelo Centro Nacional de Informação de Sismos (NEIC), da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dos Estados Unidos da América do Norte, para o período 1961-1969, que contém cerca de 40 000 epicentros, concluiremos de um modo geral, que existem quatro regiões sísmicas principais: a região circumpacífica, a região longitudinal atlântica, a região mediterrâneo-himalaiana e a região da fractura oriental africana. A distribuição geográfica das regiões sísmicas está relacionada com a distribuição dos acidentes tectónicos das diferentes regiões do globo, onde existem as zonas de menor resistência da crosta.

Segundo Montessus de Ballore, (1924) as várias regiões do globo podem classificar-se em sísmicas, penissísmicas e assísmicas, conforme o número de sismos é grande, pequeno ou nulo. Note-se que praticamente, não existem regiões assísmicas no globo.

Desde 1663 (terramoto de S. Maurice) até à data, o globo terrestre sofreu uma vintena de sismos intensos destruidores (grau X da escala de Mercalli-Sieberg), nos quais se inclui o de Lisboa (1755) e que conta como um dos mais importantes pelos seus efeitos destruidores ($M=9$ e $E=8 \times 10^{24}$ erg), geológicos, económicos e científicos. A partir do terramoto de Lisboa foi, verdadeiramente iniciado o estudo cuidadoso deste tipo de fenómenos geofísicos, pela repercussão mundial que teve (Pereira de Sousa, 1932).

A sismicidade dos territórios portugueses é bastante diferente de território para território, proveniente da desigual situação de cada um deles em relação às principais regiões sísmicas do globo, referidas acima (Mendes, 1955).

Indicam-se a seguir os territórios portugueses por ordem decrescente de sismicidade: Açores, Continente, Timor, Moçambique, Angola, Cabo Verde, Macau, Madeira, São Tomé e Príncipe. Não se têm sentido sismos nas ilhas das Flores e Corvo, na Guiné, nalgumas ilhas de Cabo Verde e nalguns distritos de Angola.

Sismos sentidos em Portugal de 1961 a 1970

	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Continente	2	11	2	7	4	7	8	9	18	9
Ilhas dos Açores	10	1	3	419 (*)	8	8	52	31	28	28
Madeira e Porto Santo	—	—	0	0	0	0	0	1	1	0
Ilhas de Cabo Verde	—	—	66	0	1	0	1	0	0	—
Guiné	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0
São Tomé e Príncipe	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0
Angola	5	6	2	3	0	1	1	4	0	0
Moçambique	1	1	3	2	0	6	9	1	3	2
Macau	—	1	2	0	0	0	3	0	1	0
Timor	6	7	4	5	9	5	1	9	6	6

a) Este número inclui, apenas, os principais sismos sentidos no período de 15 de Fevereiro a 1 de Outubro de 1964, e não todos os sismos ocorridos por ocasião desta crise sísmica.

O Quadro indica os sismos sentidos no período de 1961 a 1970 no território nacional o qual corresponde a informações de maior confiança.

Os sistemas de vigilância são instalados com base nas redes sismológicas da região, constituídas por estações sismográficas e por informadores de macrossismos, que fornecem as informações instrumentais sobre as características dos sismos (epicentro, foco, magnitude e energia libertada) e informações pessoais sobre os efeitos dos sismos e sua intensidade.

As informações sismológicas são, por vezes, completadas com outras de natureza geofísica (designadamente, geomagnéticas e gravimétricas) e com informações geológicas, vulcanológicas e geodésicas (quando se observam modificações na topografia local).

Nas regiões onde são aplicáveis métodos de previsão de sismos, os sistemas de vigilância estão, ainda, condicionados por estes métodos. Os sistemas de vigilância não podem estar restringidos às informações nacionais, apenas.

Em Portugal a vigilância sísmica está a cargo do Serviço Meteorológico Nacional que a mantém com a colaboração das redes sismológicas das regiões, tendo, por isso características internacionais, nos casos do Continente e de Moçambique, principalmente, devido à proximidade dos países limítrofes com as zonas sísmicas que mais afectam estes territórios.

Nos Açores a vigilância sísmica é feita com três estações sismográficas (Ponta Delgada, Angra e Horta) com 15 informadores de macrossismos permanentes, além de outros eventuais variáveis com o tipo de sismo ocorrido.

No Continente, a vigilância sísmica é feita com a rede nacional constituída por quatro estações sismográficas (Porto, Coimbra, Lisboa e Faro) e as redes de Espanha (10 estações) e de Marrocos (10 estações) e por centenas de informadores de macrossismos (só em Portugal há 111 informadores permanentes).

Em Moçambique a vigilância sísmica é feita com a rede provincial constituída por quatro estações sismográficas (Lourenço Marques, Changalane, Tete e Nampula), por 139 informadores de macrossismos e com as redes da Rodésia (6 estações). Está em estudo um sistema de vigilância sísmica especial para a barragem de Cabora Bassa, que comportará cinco estações telessísmicas.

Nos outros territórios, o comportamento sísmico não tem justificado a instalação de sistemas sísmicos como os descritos acima pelo que, com excepção de Angola que dispõe de três estações sismográficas (Dundo, Luanda e Sá da Bandeira) e 245 informadores permanentes, a vigilância sísmica está reduzida, apenas, às redes de informadores de macrossismos. Em Angola, está prevista uma estação sismográfica em Oncócuva no sul da Província por causa da região do Iona, onde se têm observado algumas crises sísmicas, de origem mal definida.

Quando ocorre um sismo, o Serviço Meteorológico Nacional, como entidade responsável pelo serviço nacional de sismologia, distribui questionários sismológicos organizados de modo a recolher informações macrossísmicas da região atingida. Estas

informações habilitam, posteriormente, a conhecer a intensidade observada, em cada localidade da região de perceptibilidade do sismo e completam as informações resultantes da análise dos sismogramas obtidos pelos sismógrafos da Rede Sismográfica Nacional e as informações recebidas de serviços congéneres estrangeiros.

2.3 — Previsão de sismos

Em Geofísica, a previsão dos vários fenómenos estudados neste domínio constitui uma das preocupações constantes a atingir. Por isso, a previsão dos sismos tem sido o sonho dos sismologistas, principalmente nos países sujeitos a sismos destruidores, como é óbvio. No entanto, as dificuldades em estabelecer métodos de previsão são tão grandes, que só a partir de 1962 é que foi possível estabelecer previsão de sismos. Este plano, foi apresentado ao Governo Japonês pelos sismologistas japoneses Tsuboi, Wadati e Hagiwara e teve continuação posterior com financiamentos quinquenais a partir de 1965 (Rikitake, 1968).

Em 1964 e 1966, realizaram-se em Tóquio e em Nova Iorque, duas Conferências para tratar dos problemas da previsão de sismos, incluídas nas actividades do «Programa de Cooperação Científica entre os Estados Unidos da América e o Japão», que teve a participação dos sismologistas dos dois países. Foi com base nas conclusões da primeira Conferência e nos efeitos catastróficos do sismo do Alaska de 1964, que nos Estados Unidos da América, foi iniciado em 1965 um plano decenal para a investigação de métodos para previsão de sismos, que contudo, não tem o carácter de plano nacional e está em curso em diversos departamentos universitários e governamentais.

Posteriormente, o interesse pela previsão de sismos aumentou apreciavelmente, estando, presentemente muitos sismologistas entregues ao estudo dos sismos com aquele fim, designadamente nos países da Europa e na Rússia, onde a Sismologia tem tido grande desenvolvimento, para atender aos planos de construção industrial em zonas sísmicas.

Em 1967, no Simpósio sobre Previsão dos Sismos, que se realizou em Zurique, integrado nos trabalhos da Associação Internacional de Sismologia e da Física do Interior da Terra, da União Geodésica e Geofísica Internacional foi acentuada a necessidade de desenvolver as técnicas que conduzem ao conhecimento do interior do globo, com vista à previsão dos sismos, incluindo o recurso a experiências sismológicas com base em sismos provocados pelo rebentamento de cargas explosivas. De facto, apesar da Sismologia ter evoluído apreciavelmente nas últimas décadas, os conhecimentos adquiridos quanto aos fenómenos do interior do globo são insuficientes para o estabelecimento de métodos generalizados de previsão de sismos.

Estas experiências têm sido complementadas com perfurações da crosta em várias regiões do globo, por vários países (Canadá, Rússia, etc.) mas pela delicadeza dos trabalhos os resultados são fracos, pelo que alguns foram abandonados, como aconteceu no Pacífico, com o Projecto Moho dos

Estados Unidos da América, em que se pretendia perfurar a crosta até ao manto superior utilizando uma sonda instalada a bordo de um barco especialmente preparado para os trabalhos projectados.

A grande importância de que o problema da previsão de sismos se reveste, levou a UNESCO a promover em 1965 a realização de uma reunião intergovernamental em que foram analisados problemas dos domínios da sismologia e da engenharia sísmica e solicitada a participação desta Organização no financiamento de programas de investigação de métodos de previsão de sismos.

Mais recentemente, na Conferência Internacional sobre Sismos, realizada em S. Francisco (Califórnia, 1971) as conclusões sobre a vigilância e previsão de sismos visam fundamentalmente: estudar as regiões de falhas conhecidas; actualizar os dados geológicos e sísmicos existentes; promover a instalação de equipamento adequado para manutenção de sistemas de controle de sismos, designadamente, no que respeita a melhor definir o dimensionamento de estruturas e de obras públicas, em geral; correlacionar os diferentes aspectos da ocorrência de sismos tais como a sismicidade, o movimento de falhas e do solo, com a informação geológica adequada, para definição conveniente de risco sísmico.

E, de uma maneira geral deverá ter-se em conta que a natureza dos efeitos dos sismos obriga à realização de estudos com apreciável extensão e ampla troca de informações, dado que os desastres provocados pelos grandes sismos ultrapassam os limites nacionais. Deverá, ainda recorrer-se a sistemas de avisos e a programas de investigação em cooperação com as universidades.

O problema da previsão de sismos envolve fundamentalmente, o conhecimento da origem dos sismos e o comportamento das estruturas onde eles têm origem e se propagam, o que lhe dá carácter variado e tem dificultado a sua solução. Embora, muito se conheça já do problema acima referido, ele requer, ainda, muita pesquisa até que se encontrem métodos generalizados de previsão. A origem dos sismos terá que se procurar nas causas naturais de vibração do globo terrestre. Entre outras, indicam-se o choque, a explosão, a fricção, as alterações do estado de agregação nos materiais do interior do globo terrestre como fundamentais.

Assim, Oldham (1899) atribui a origem dos sismos à variação de volume de grandes massas interiores da crosta. Ishimoto (1932) atribui a maior parte dos sismos a movimentos de magma existentes em cavernas interiores da crosta, resultantes da alteração do seu estado físico e composição química. Em ambas as condições, as massas alteradas exercem pressão sobre as rochas envolventes, as quais não resistindo, fendem e originam sismos. Ainda, nas regiões vulcânicas, mesmo que não haja erupções, é frequente registarem-se sismos provocados pelo magma em movimento, pela explosão de gases e por desmoronamentos no interior dos cones vulcânicos. Por outro lado, o facto das principais regiões sísmicas do globo estarem localizadas em zonas com falhas na crosta tem levado a considerar estas como uma das principais

causas de sismos, por movimentos ou fracturas que se dêem.

Presentemente, o problema da previsão de sismos baseia-se no conhecimento da actividade sísmica que antecede a ocorrência de grandes sismos, e consiste em geral, no conhecimento de todos os fenómenos com carácter universal que ocorram antes do sismo, e, em particular nos que ocorram em zonas sísmicas ou em estruturas geológicas propícias à ocorrência de sismos (Savarensky, 1968). Assim, pode-se atribuir a ocorrência da maioria dos sismos aos processos de deformação da terra que conduzem à acumulação local da energia que se liberta quando há sismos.

Por exemplo, na hipótese da Terra estar sujeita a movimentos de contracção e dilatação periódicos deverá verificar-se, em consequência elevação e abaixamento da superfície da Terra, de modo a que as correntes de convecção interiores provoquem movimentos horizontais superficiais que acompanhados do fenómeno da deriva dos continentes com deformações da crosta dão origem a sismos. Ainda, restringindo os fenómenos sísmicos às regiões focais, a interpretação do mecanismo dos sismos tem sido feita à base da libertação das tensões elásticas existentes resultantes das deformações da crosta (Bath, 1966).

No entanto, qualquer das hipóteses referidas acima, não tem, ainda explicação física satisfatória, pelas dificuldades de interpretação geral do mecanismo de deformação da crosta, por causa da sua complexidade e heterogeneidade, e correspondente variação das propriedades físicas do meio, de local para local.

Em geral, as principais linhas de investigação seguidas na procura de métodos de previsão de sismos incluem os aspectos geológicos e geofísicos do problema (Savarensky, 1968), a partir de:

a) observação contínua dos movimentos da crosta por meio de extensómetros, inclinómetros, gravímetros e levantamentos geodésicos frequentes;

b) trabalhos sobre a frequência e energia dos sismos fracos ou muitos fracos e migração dos respectivos focos nas áreas pleistossistas, admitindo que estes parâmetros podem mudar quando está prestes a ocorrência de um grande sismo;

c) observação dos parâmetros físicos, tais como velocidade de propagação de ondas sísmicas e propriedades electromagnéticas das rochas, para relacionar a variação daqueles com a ocorrência de sismos.

Estes trabalhos são acompanhados da investigação teórica e sobre modelos, do comportamento das rochas em experiências de laboratório, tanto quanto possível em condições físicas (dinâmicas e termodinâmicas) análogas às da crosta e do manto.

No que respeita ao programa em curso nos Estados Unidos da América (Press, 1968) verifica-se que 35 % do empreendimento corresponde à cobertura das zonas sísmicas com equipamento, 30 % à investigação nos domínios da engenharia e da regionalização sísmica, 15 % a trabalhos de geologia e geofísicos, 10 % a experiências laboratoriais e 10 % a estudos e trabalhos diversos não especificados.

Em qualquer dos casos, os programas de investigação actualmente em curso designadamente no Japão, na Rússia e nos Estados Unidos da América, dizem respeito apenas às principais zonas sísmicas locais e não têm âmbito universal embora muitas das conclusões obtidas nos trabalhos executados naqueles programas possam ter generalização a outras regiões.

3. — ORGANIZAÇÃO DA SISMOLOGIA EM PORTUGAL

3.1 — *Organismos responsáveis*

A primeira tentativa para a instalação de sismógrafos em Portugal foi feita em 1864, pelo Observatório do Infante D. Luís, mas não foi coroada de êxito pelas dificuldades no funcionamento daqueles aparelhos, que não ofereciam suficiente precisão.

As observações sismográficas em Portugal tiveram início nos Açores em 1902 (Ponta Delgada e Horta). No Continente as observações sismográficas foram iniciadas em Coimbra (1904). A estação sismográfica de Lisboa (instalada desde o início no Instituto Geofísico do Infante D. Luís) começou a funcionar em 1910, com um sismógrafo Mainka, oferecido pelo Conde dos Olivais e Penha Longa, após o terramoto de Benavente de 1909.

As bases para a criação do primeiro serviço sísmológico em Portugal surgiram com a Conferência de Janeiro de 1910, determinada por portaria de 2 de Dezembro de 1909, em consequência do terramoto de Benavente.

Aquela Conferência tratou da escolha dos locais para estações sismográficas e do seu equipamento e do guia de observações de macrossismos e respectivos inquéritos. O Observatório do Infante D. Luís (actual Instituto Geofísico) foi designado para funcionar como estação central daquele serviço.

Por iniciativa da Junta de Investigação Científica de colaboração com o Observatório do Infante D. Luís, foi ampliada aos territórios ultramarinos a execução dos inquéritos sísmológicos a partir de 1943.

Em 1946, foi criado o Serviço Meteorológico Nacional, para assegurar a unidade de orientação e de processos nos trabalhos de meteorologia e geofísica, no território nacional, entre outros encargos como consta do Decreto-Lei n.º 35 836, que o criou. Desde então, os serviços de sismologia têm tido apreciável incremento, dispondo-se já de uma rede sísmológica nacional satisfatória e de pessoal especializado competente, o que permitiu desenvolver actividades sísmológicas em âmbito regional com a colaboração de outros serviços congéneres estrangeiros.

Os assuntos de Sismologia, são tratados a nível internacional, pela Associação Internacional de Sismologia e da Física do Interior da Terra, da União Geodésica e Geofísica Internacional.

3.2 — *Ensino e investigação*

A Sismologia começou a organizar-se como Ciência em meados do século XVIII. Mas, foi nos

princípios do século XX, que se estabeleceu definitivamente como Ciência, passando desde então, a dispor de um corpo coerente de doutrina e a ter valor prático.

Embora a Conferência de Janeiro de 1910 incluisse na sua agenda a preparação de pessoal de sismologia, o ensino da Sismologia teve carácter accidental, até à instituição nas Faculdades de Ciências das três Universidades do Porto, Coimbra e Lisboa, do Curso de Ciências Geofísicas, com as cadeiras de Meteorologia e Geofísica.

Os Institutos Geofísicos daquelas Universidades ficaram, então, como estabelecimentos de ensino e investigação. Relativamente ao Serviço Meteorológico Nacional os Institutos Geofísicos funcionam como observatórios orientados por ele no que respeita à terminologia e processo de trabalho.

A reforma das Faculdades de Ciências em 1964, extingue o Curso de Ciências Geofísicas, ficando o título profissional de físico a incluir a especialização em geofísica; e, criou no elenco das disciplinas do Curso de Geologia, a de Elementos de Geofísica e a de Prospecção Geológica, Geofísica e Geoquímica. A disciplina de Geofísica passou a figurar também no elenco das disciplinas da licenciatura em Engenharia Geográfica.

O decreto n.º 443/71, de 23 de Outubro de 1971 faz a revisão dos elencos das disciplinas, da orgânica dos bacharelatos e das licenciaturas professadas nas Faculdades de Ciências, e do regime de frequência e de exames instituindo o regime semestral para melhoria do rendimento do ensino e organizar as licenciaturas de modo a permitir que os alunos se orientem para a especialização científica. No caso da licenciatura em Física, na Faculdade de Ciências de Lisboa os alunos podem escolher o ramo da Física Nuclear e Atómica ou o das Ciências Geofísicas. É no elenco das disciplinas da licenciatura em Física que se enquadra a disciplina de Sismologia, ministrada no Departamento de Física e no Instituto Geofísico do Infante D. Luís, e que teve início no ano lectivo de 1970-1971, com programa que se mantém no ano lectivo 1971-1972.

3.3 — *Implicações sócio-económicas*

Os sismos são os fenómenos naturais que mais têm preocupado o homem, pelos seus efeitos catastróficos, podendo afirmar-se que a Sismologia é tão velha como a humanidade. Compreende-se então, a importância sócio-económica dos sismos, principalmente na época presente, dos grandes aglomerados populacionais, com edifícios de grande porte, vias de comunicação complexas, grandes redes de distribuição de água, electricidade e esgotos, obras monumentais, etc., cuja localização e dimensionamento de estruturas resistentes aos sismos, exigem o conhecimento pormenorizado da sísmicidade local.

Em algumas regiões os efeitos dos sismos têm atingido tais proporções que perturbaram apreciavelmente, a vida e a economia da região ou arruinaram gravemente o património nacional. É o caso de Portugal, principalmente, no Continente e nos Açores, cujo património e economia têm sofrido bastante com a ocorrência de sismos destruidores,

É de interesse ainda dispor-se de serviços bem organizados de defesa civil, que permitam, com rapidez e eficácia, socorros médicos, abastecimentos, suspensão de fornecimento de água, gás e electricidade, defesa contra incêndios, segurança dos transportes, etc. Como medida social de grande alcance, convém, também, desenvolver o seguro em caso de sismos, e promover adequada regulamentação das construções para resistirem aos sismos, pelas implicações que têm nos seus aspectos económico e psicológico.

Portugal foi um dos primeiros países a dispor de um regulamento das construções para resistirem

aos sismos, por causa do terramoto de 1 de Novembro de 1755 o qual se manteve até à publicação do actual «Regulamento de Segurança das Construções contra os Sismos» (Decreto n.º 41 568 de 31 de Maio de 1958), o qual se aplica nos territórios do Continente, dos Açores e da Madeira, com o «objectivo de evitar a ruína das construções em consequência de abalos sísmicos, procurando assim garantir a segurança de pessoas e bens». As bases deste regulamento saíram das conclusões do «Simpósio Sobre a Acção dos Sismos» promovido pela Ordem dos Engenheiros em 1955 para comemorar o 2.º Centenário do terramoto de 1755 ■