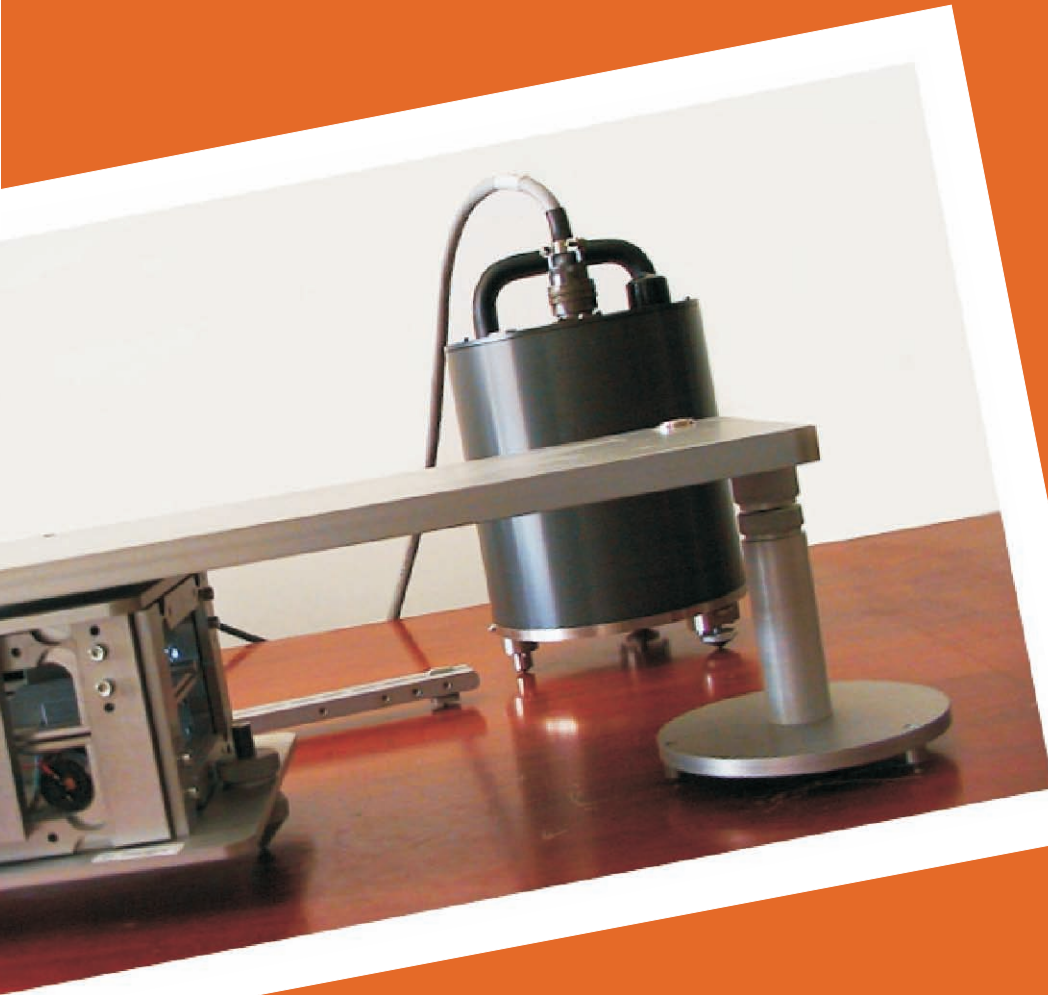


DA SISMICIDADE À CIÊNCIA DOS SISMOS

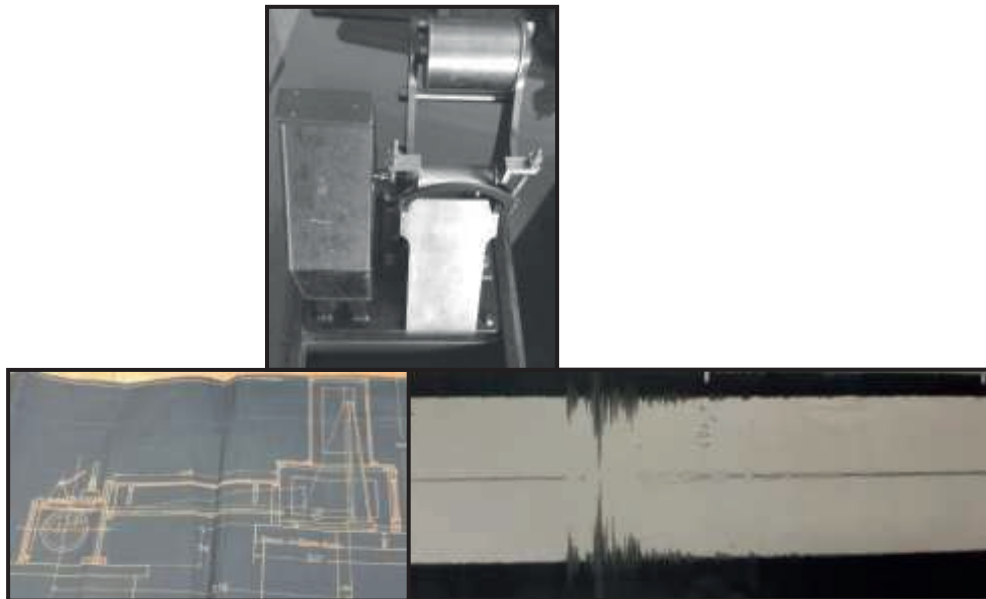
PARA A HISTÓRIA DA SISMOLOGIA
EM PORTUGAL



Jorge Miguel Quintino Gomes Ferreira
Apresentação de
Augusto José dos Santos Fitas

DA SISMICIDADE À CIÊNCIA DOS SISMOS: PARA A HISTÓRIA DA SISMOLOGIA EM PORTUGAL

Jorge Miguel Quintino Gomes Ferreira
Apresentação de:
Augusto José dos Santos Fitas



LISBOA
2021

FICHA TÉCNICA

Título

DA SISMICIDADE À CIÊNCIA DOS SISMOS: PARA A HISTÓRIA DA SISMOLOGIA EM PORTUGAL

– Jorge Miguel Quintino Gomes Ferreira

Apresentação de: Augusto José dos Santos Fitas

Edição

Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P.

Rua C do Aeroporto de Lisboa

1749-077 Lisboa – Portugal

telefone: +351 218 447 000

internet: www.ipma.pt

Capa e contracapa

Maria da Conceição Almeida

Fotografia: Mesa de Calibração de Sensores Sísmicos;

IPMA/e-Museu do Mar e da Atmosfera

Impressão

Europress - Indústria Gráfica

Tiragem

500 Exemplares

Depósito legal

482153/21

ISBN

978-972-9083-22-8

ISBN eletrónico

978-972-9083-23-5

Referência Bibliográfica

FERREIRA, J., 2020. Da Sismicidade à Ciência dos Sismos: Para a História da Sismologia em Portugal.

IPMA, I.P., 329p

Atribuição – Não Comercial – Compartilha igual 4.0 Internacional - CC-BY-NC-SA 4.0

O IPMA, I.P. detém os direitos de autor de parte do conteúdo desta publicação, podendo o mesmo ser utilizado nos termos do contrato CC-BY-NC-SA 4.0. Contudo, nos casos em que os autores são nominalmente identificados, os direitos de autor pertencem aos mesmos e não ao IPMA, I.P. e foram publicados sob um contrato de licença que não autoriza a cópia desse material.

Nota Introdutória

A série de publicações "IPMA Conhecimento" visa dar a conhecer diferentes trabalhos científicos sob a forma de teses académicas, artigos publicados, ou outros estudos que se distingam pela sua qualidade, relevância e alinhamento com as áreas de atuação do IPMA. Os eixos orientadores das publicações "IPMA Conhecimento" são constituídos por temas ligados ao Mar e à Atmosfera, como sendo, a Meteorologia, o Clima, a Sismologia, o Mar e os Recursos Marinhos.

Este trabalho, com base na tese "Da Sismicidade à Ciência dos Sismos: Para a História da Sismologia em Portugal" da autoria de Jorge Miguel Quintino Gomes Ferreira e com a orientação do Prof. Dr. Augusto José dos Santos Fitas, descreve o desenvolvimento da sismologia em Portugal ao longo da sua história.

O autor consultou e analisou uma extensa variedade de documentos, desde catálogos a relatos da comunicação pública, para compreender a evolução histórica dos estudos de sismicidade assim como do entendimento público dos terremotos.

A partir do fenómeno sísmico é apresentado como evolui a explicação desse fenómeno nas diferentes épocas e como se foi organizando a comunidade científica para fazer face aos terramotos e às suas consequências.

É feito uma análise à evolução da ciência sísmica em Portugal a partir de dois dos terramotos mais significativos no continente: O grande terramoto de 1 de novembro de 1755 e o de 23 de abril de 1909.

Considera-se que este trabalho contém informação de grande qualidade justificando-se plenamente sua divulgação nesta publicação do IPMA.

Fernando Carrilho, Chefe de Divisão de Geofísica do IPMA

PREÂMBULO

A publicação desta obra teve início na apresentação à Universidade de Évora, em 2014, de uma tese com o mesmo nome¹. Algumas vozes de incentivo e ficou a vontade de partilhar o resultado do trabalho realizado ao longo do programa de doutoramento em História e Filosofia da Ciência (HFC). Esta vontade foi-se traduzindo na elaboração de textos e comunicações aqui e ali, explorando e aprofundando uma ou outra dimensão da tese. Com o apoio do Instituto Português do Mar e Atmosfera foi agora possível concretizar essa vontade, entretanto amadurecida, pelo que o texto atual, revisto, acrescentado e com algumas atualizações, corresponderá, acreditamos nós, a uma narrativa melhorada da tese ou a uma tese amadurecida.

Uma investigação histórica sobre o desenvolvimento da ciência dos sismos foi motivada por o acontecimento sísmico ser um objeto de estudo para o qual a ciência ainda não tem resposta para perguntas importantes que leigos e não leigos fazem (ex: sobre a possibilidade de previsão) e, provavelmente, toda a comunicação pública em torno do grande terramoto de 1755, por ocasião do 250º aniversário (2005), para tal também terá contribuído... e sendo os sismos um tema a que é dedicada atenção tanto pelas ciências naturais (geologia, sismologia) como pelas ciências sociais e humanas (história, filosofia), e que ainda interessa às ciências técnicas (engenharia), satisfazia na perfeição o interesse enciclopédico de um professor do ensino secundário com gosto por abordagens CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

Esta história da sismologia em Portugal é uma obra que tanto pode ser lida como uma história, com princípio, meio e fim, como pode ser uma obra de consulta. Julgamos que poderá ser útil a um público com interesse na história da ciência e a todos aqueles que, estando profissionalmente envolvidos no ensino (superior ou não superior), necessitem dela para fazer o enquadramento de temas curriculares, como acontece, por exemplo, na disciplina de Biologia e Geologia do ensino secundário. Esta obra implicou a consulta de muitas fontes primárias e secundárias, que nem sempre serão de fácil acesso, pelo que ela própria poderá ser um recurso (secundário) de acesso às referidas fontes.

Neste percurso que antecedeu e que sucedeu à apresentação da referida tese foram muitos os que contribuíram para tornar possível esta história da sismologia em Portugal

¹ Repositório da Universidade de Évora: <http://hdl.handle.net/10174/11401>.

que agora se propõe: familiares, colegas, docentes ligados ao programa de doutoramento em HFC, funcionários dos arquivos e bibliotecas que frequentei. Para não ser exaustivo, limito-me a um sentido agradecimento geral, esperando que a concretização da tese e, agora, a publicação desta obra, de algum modo, os recompense a todos pelo seu contributo. No entanto, pelo papel preponderante desempenhado nas diferentes etapas do programa de doutoramento, são devidos agradecimentos nominais:

Ao Professor Doutor Augusto Fitas, pelas orientações e pela mestria com que me transmitiu uma visão integrada das ciências;

À Professora Doutora Margaret Lopes, a quem devo a minha iniciação nos meandros da História da Geologia;

À Professora Doutora Fátima Nunes, por um acolhimento academicamente motivador e ao Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência (que coordena), agora grupo de investigação Ciência, Estudos de História, Filosofia e Cultura Científica, do Instituto de História Contemporânea, ao Instituto de Investigação e Formação Avançada e à Universidade de Évora, pela iniciativa de dinamização do programa de doutoramento em História e Filosofia da Ciência.

Registo ainda a minha profunda admiração pelo trabalho académico de todos aqueles que nomeio individualmente, com quem tenho o privilégio de manter relações académicas proveitosas.

É também devido um outro sentido agradecimento ao *Professor Doutor Augusto Fitas* pelo incentivo à publicação da tese, pela apresentação desta publicação e pela ideia e apoio que permitiu a concretização do apêndice D, e ambos agradecemos ao *Dr. José Joaquim Santos* a primeira versão da tradução do capítulo «Sobre os terremotos» da obra *De Re Physica* de Luís António Verney e ao *Prof. Luís Miguel Carolino* a revisão e a versão final desta tradução que é publicada no Apêndice D.

Ainda um agradecimento ao *Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA)* que, com sentido de missão numa área que tutela, possibilitou a divulgação desta história da sismologia em Portugal. Numa época em que ainda há dificuldade em aceder aos arquivos e às fontes, e sabendo que a informação histórica muitas vezes não está

disponível na internet, este investimento do IPMA é um contributo para a divulgação de investigação, e para que outros investigadores se concentrem naquilo que é verdadeiramente importante, não como chegar à informação mas sim a interpretar essa informação.

Finalmente, e em relação à capa, as fotos que permitiram a montagem são do autor, exceto o sismograma, sendo devido também um último agradecimento ao Eng. Paulo Ribeiro e ao Observatório Geofísico e Astronómico da Universidade de Coimbra (OGAUC) pela cedência da foto do sismograma, um registo do terramoto de Messina (Itália) de 28 de dezembro de 1908, e por facilitarem a obtenção das fotos relativas às instalações e ao pêndulo de Milne, o sismógrafo que produziu o referido sismograma, mas que também registou o primeiro sismograma de um sismo ocorrido em território continental nacional (o Terramoto de Benavente de 1909), um registo histórico que infelizmente tem localização desconhecida.

APRESENTAÇÃO

O estudo agora vertido em livro, *Da Sismicidade à Ciência dos Sismos: para a História da Sismologia em Portugal*, constitui uma importante tentativa de, no claustro acadêmico e no domínio da História das Ciências — entendidas estas como o estudo das propriedades da natureza —, enfrentar a compreensão histórica da afirmação institucional de uma área do conhecimento, a Sismologia, num país que não é conhecido como cultor das ciências no sentido lato nem como pátria de grandes desenvolvimentos científicos. Pode dizer-se que o domínio científico em causa e o local da sua afirmação não convocam o interesse dos historiadores da ciência, daí que consideremos este ensaio relevante e corajoso, assentando o seu mérito em três razões principais.

No padrão ou modelo habitualmente praticado pelos historiadores da ciência, os temas focados giram essencialmente em torno da génese das grandes teorias e das disputas em torno das controvérsias fulcrais que marcam a evolução das ciências; histórias e práticas que se concentram nos países centrais produtores de ciência — sobretudo o Reino Unido, a França e a Alemanha. São variações em torno do cânone da edificação das ciências fundamentais — Física, Química, Biologia, Geologia e Matemática— e das figuras que nas várias épocas mais contribuíram para esta construção, isto é, a título de exemplo, Galileu, Newton, Lavoisier, Darwin, Planck, Poincaré, Einstein. E, no que diz respeito às instituições, são aquelas que habitam esses países, e deram guarida às práticas laboratoriais e aos respectivos apoios financeiros à pesquisa, que foram o alvo, quase único, da atenção dos historiadores. São matérias e assuntos em relação aos quais Portugal, quer na prática lectiva quer no desenvolvimento do conhecimento, esteve sempre atrasado e relativamente afastado. Não nos compete aqui procurar a explicação deste atraso que se pode considerar crónico e que impede que, neste caso concreto a História da Ciência no nosso país siga os trilhos dos modelos habituais. Todavia existem outras áreas do conhecimento científico ou técnico-científico que, mercê de diversas circunstâncias particulares, se desenvolveram em Portugal e um destes casos foi a Sismologia (conhecimento onde confluem as contribuições da Física, Geologia e Matemática com marcantes repercussões na Engenharia). Esta é a **primeira razão a destacar para o valor deste trabalho: uma contribuição para a compreensão da afirmação da Sismologia em Portugal.**

Se há fenómeno natural, com ocorrência periódica, gerador de catástrofes cujas consequências são um cortejo de destruições violentíssimas — fogos, cheias, derrocada

do edificado — no território nacional, os sismos ocupam um lugar destacadíssimo na história portuguesa. E essa distinção é historicamente registada porque as zonas mais afectadas são, além de parte da zona insular, a costa marítima, especialmente o Algarve, e, em especial, a zona de Lisboa, uma cidade que desde a antiguidade, mercê da serenidade das águas do seu estuário, era considerado um porto de mar de eleição para a troca de mercadorias. Não admira portanto que o abalar da crosta terrestre pela manhã de 1 de Novembro de 1755, responsável pela destruição de uma parte da capital do reino, sentido em vários pontos dos continentes europeu e africano e cujos efeitos nas águas atlântica se fizeram sentir na outra margem oceânica, tenha acordado as consciências para a magnitude do cataclismo, as suas consequências, a sua compreensão e a necessidade de mitigar os seus efeitos. Escreveu um autor que, numa Europa sob a influência das ideias das «Luzes», a reacção a este acontecimento se tenha manifestado “*desde o ensaio erudito e de cariz científico ao discurso veemente, à comédia e ao drama, o hino e a ode à «canção do vinho» ou o poemeto de inspiração baladesca, o artigo de carácter didáctico e o fogoso panfleto à simples relação e ao noticiário e comentário da gazeta — raro foi o género que não foi abordado*”². Sob o ponto de vista da História da Ciência, o Terramoto de Lisboa de 1755 marcou o início da Ciência dos Sismos, assinalando a sua compreensão físico-matemática. Construiu-se um modelo de propagação dos seus efeitos, enquanto onda elástica, pela superfície da Terra, e aplicou-se à mitigação dos seus efeitos destrutivos uma edificação que contornasse a rigidez dos materiais de construção e os adaptasse às oscilações bruscas dos tremores do solo. Eis a **segunda razão fundamental: a forma como o país e todo o mundo culto da época interpretaram e passaram a explicar este fenómeno, procurando mitigá-lo nos seus efeitos.**

Mas o território português, continental e insular, foi sempre, ao longo da sua história, fustigado por ocorrências sísmicas de alguma gravidade, lembre-se Benavente em 1909 e Angra do Heroísmo em 1980, ambos com dezenas de mortos, centenas de feridos e avultada destruição do edificado. Isto é, o país — a sociedade em geral e o poder político — foram forçados historicamente a prestar atenção aos efeitos destes desastres naturais e, ao mesmo tempo, a contribuir institucionalmente para o seu estudo e prevenção dos respectivos danos. Estamos perante a **terceira razão de apreço**

² Isabel M, B. Campos (1998). *O Grande Terramoto (1755)*. Lisboa: Editorial Parceria, 11.

por este livro, ou a importância do contexto social e político, que determinaram as condições históricas para a institucionalização da investigação sismológica em Portugal.

Em resumo, a contribuição fundamental deste trabalho, *Da Sismicidade à Ciência dos Sismos: para a História da Sismologia em Portugal*, consiste em mostrar como a História de Portugal, na necessidade de reagir aos desastres geológicos, permite compreender a marcha temporal, ao longo de vários séculos, deste ramo científico no seio da comunidade técnica e académica nacional. Ou, num sentido mais geral, as importantes inter-relações e interdependências existentes entre as Histórias do País e da Ciência. Pelos seus contributos e originalidade da abordagem, este livro é de leitura obrigatória para quem está atento à História da Ciência em Portugal.

Évora, 31 de Janeiro de 2020.

Augusto Fitas

Professor (aposentado) de Física e de História e Filosofia da Ciência na Universidade de Évora, investigador do IHC*ceh*fi (UE) e coordenador do Grupo de Historia da Física da SPF.

ÍNDICE

Introdução	1
CAPÍTULO 1 – Estudos de sismicidade: do catálogo de Moreira de Mendonça aos catálogos sísmicos atuais	10
1.1-O catálogo sísmico de Moreira de Mendonça (1758)	12
1.1.1-Parte primeira da <i>História Universal dos Terramotos</i>	13
1.1.2-História do Terramoto (do primeiro de novembro de 1755)	18
1.2-O catálogo sísmico de Pereira de Sousa (1928)	27
1.3-O catálogo sísmico de Victor Moreira (1979 e 1984)	29
1.4-O catálogo sísmico de Carlos Oliveira (1986)	31
1.5-O catálogo sísmico de Ilídio Martins e Mendes Vítor (1990)	35
1.6-Estudos de sismicidade histórica nos Açores	36
1.7-Outros estudos mais recentes de sismicidade histórica	41
1.8-Considerações finais	44
CAPÍTULO 2 – A comunicação pública sobre os terramotos	51
2.1-Da Gazeta de Lisboa à imprensa diária generalista que se inicia na segunda metade do século XIX: relatos de sismicidade	53
2.1.1- <i>Gazeta de Lisboa</i> (1715)	54
2.1.2- <i>O Panorama</i> (1837) e a <i>Revista Universal Lisbonense</i> (1841)	56
2.1.3- <i>Jornal do Comércio</i> (1853) e <i>A Nação</i> (1847)	59
2.1.4- <i>Diário de Notícias</i> (1864) e <i>O Século</i> (1881)	61
2.1.5- <i>Ilustração Portuguesa</i> (1903-1923)	68
2.2-Projetos de matriz enciclopédica: a popularização da ciência dos sismos e o conhecimento útil ao alcance de todos	73
2.2.1- <i>Recreação Filosófica</i> (1751-1800)	75
2.2.2- <i>Biblioteca do Povo e das Escolas</i> (1881-1913)	76
2.2.3- <i>Biblioteca Cosmos</i> (1941-1948)	80
2.3-A ciência dos sismos nas publicações das instituições de caráter técnico-científico	82
2.3.1-Publicações da Academia de Ciências de Lisboa	84

2.3.2-Comunicações e Memórias dos Serviços Geológicos	85
2.3.3-O Instituto, jornal científico e literário (1852)	88
2.3.4-Revista de Obras Públicas e Minas (1869)	91
2.4-O tema dos sismos nos manuais destinados ao ensino liceal	95
2.4.1-Philippe Rodrigues, <i>Lições Elementares de História Natural</i> (1845)	97
2.4.2-Xavier de Almeida, <i>Elementos de Mineralogia e Geologia</i> (1881)	98
2.4.3-Gonçalves Guimarães, <i>Elementos de Geologia</i> (1895)	100
2.4.4-Ferraz de Carvalho e Ferreira de Moura, <i>Geodinâmica, Geotectónica e Geognosia</i> (1929) e <i>Princípios de Geologia, com um estudo elementar da carta geológica de Portugal</i> (1932)	105
2.5-A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica (1931-1938)	107
2.6-Açoreana, revista da Sociedade Afonso Chaves (desde 1934)	114
2.7-Considerações finais	117
CAPÍTULO 3 - Da sismicidade à sismologia: as explicações, os métodos e a organização da comunidade internacional para o estudo dos terremotos	123
3.1-Os terremotos explicados no século das Luzes: do fogo subterrâneo às vibrações e ao movimento ondulatório	124
3.1.1-O GTL interpretado por Kant (1756)	127
3.1.2-O GTL interpretado por Michell (1760)	130
3.2-Das propriedades físicas dos materiais ao entendimento da relação entre a estrutura da crosta e os acontecimentos sísmicos	136
3.2.1-A abordagem físico-matemática e a propagação das ondas sísmicas no interior da Terra	137
3.2.2-A sismologia geológica e a geração dos sismos	140
3.2.3-Os sismos interpretados por Montessus de Ballore (1906-1907)	144
3.3-Da medição dos sismos ao aparecimento dos primeiros modelos do interior da Terra	148
3.3.1-As escalas de intensidade e de magnitude	149
3.3.2-A instrumentação sismológica	151
3.3.3-Os modelos do interior da Terra	153
3.4-A cooperação internacional: dos mapas geológicos às redes sísmicas	155
3.4.1-Mapas geológicos, congressos e a Associação Sismológica	

Internacional	155
3.4.2-Duas redes sísmicas com distribuição mundial: a dos jesuítas e a americana	158
3.5-Considerações finais	162
CAPÍTULO 4 – A ciência dos sismos em Portugal e os terramotos de 1755 e de 1909	166
4.1-O GTL: a compreensão do acontecimento sísmico através da distribuição dos efeitos no tempo e no espaço	167
4.1.1-A interpretação coeva ou o trabalho de Moreira de Mendonça (1758)	170
4.1.2-A interpretação de Pereira de Sousa (1919, 1928, 1932)	176
4.2-O TB: a compreensão do acontecimento sísmico pela medição dos efeitos e através da interpretação de um sismograma	183
4.2.1-A interpretação de Choffat e Bensaúde (1912)	184
4.2.2-A interpretação de Ferreira Diniz (1911)	191
4.3-Considerações finais	199
CAPÍTULO 5 - A institucionalização da sismologia em Portugal: dos observatórios meteorológicos às redes sísmicas	203
5.1-O Serviço Geológico de Portugal e a abordagem tectónica	204
5.2-Os grandes acontecimentos sísmicos na primeira década do século XX: razões para o início da instrumentação sismográfica	207
5.3-Os Institutos Geofísicos e as observações sismológicas	213
5.4-Da necessidade de organizar um serviço nacional de observações sismológicas	217
5.5-Duas importantes iniciativas não oficiais de organizar a Geofísica: uma revista e um serviço	223
5.6-A profissionalização das ciências geofísicas em Portugal	228
5.7-A erupção dos Capelinhos: acontecimento sísmico e vulcânico monitorizado pelos serviços geofísicos de Portugal	233
5.8-Considerações finais	238

Uma breve história da sismologia em Portugal e notas finais	243
FONTES E BIBLIOGRAFIA	248
APÊNDICE A – Cronologia de acontecimentos sísmicos com repercussões para a História da Ciência dos sismos	261
APÊNDICE B – Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755	270
APÊNDICE C – Questionários para estudo macrossísmico dos terramotos	279
APÊNDICE D – A interpretação de Verney (1769) e transcrição do capítulo III: sobre os terramotos (em <i>De Re Physica</i>)	282
APÊNDICE E – Escalas de intensidade	295
APÊNDICE F – O terramoto de Messina na <i>Brotéria</i> : explicações e desenvolvimentos no âmbito da ciência dos sismos	299
APÊNDICE G – Estudos não coevos sobre o Terramoto de Benavente	303
APÊNDICE H – Cronologia de acontecimentos sísmicos com repercussões para a História da Ciência dos sismos	306
APÊNDICE I – Os fundadores da sismologia nacional	308
ÍNDICE REMISSIVO	311

Introdução

“A história da sismologia não começou efetivamente em 1889 [o ano em que foi registado pela primeira vez um sismo ocorrido a grande distância]; se compararmos esta ciência a uma planta, então o ano de 1889 foi o ano em que a semente irrompeu à superfície. A sua verdadeira origem remonta a 1 de novembro de 1755, durante o terramoto de Lisboa – um acontecimento que mudou radicalmente o modo de interpretar o fenómeno dos terremotos. Desde então, os principais terremotos continuaram a servir como marcos quilométricos na estrada do progresso” (Ben-Menahem, 1995: 1203).

Portugal é um país com sismicidade (a ocorrência de sismos), não muito intensa mas, por vezes, com dimensão catastrófica, o que permite admitir uma repercussão nos estudos da sismologia e na organização de instituições para o estudo da ciência dos sismos. A relação entre sismicidade e o desenvolvimento da ciência dos sismos colocou-nos perante uma investigação que estava por fazer, tanto mais que as poucas obras que se debruçaram sobre a história do conhecimento sismológico, ou sobre as instituições que se dedicaram à ciência dos sismos em Portugal¹, de um modo geral, estão dedicadas à geofísica e menos especificamente à sismologia, para além de não considerarem em simultâneo os dois acontecimentos sísmicos de maior repercussão: o Grande Terramoto de Lisboa (GTL) de 1755 e o Terramoto de Benavente (TB) de 1909. No contexto da história da ciência em Portugal, consideramos pertinente elaborar uma narrativa de História sobre o desenvolvimento da ciência dos sismos, a partir de 1755, onde são visíveis os efeitos de um terramoto ao nível de novos conhecimentos e com uma dimensão pública à escala Europeia, até meado do século XX, quando à instrumentação se junta a necessária organização institucional reclamada após 1909 para o estudo da sismicidade, através da criação do Serviço Meteorológico Nacional.

O GTL desencadeou um “terramoto intelectual” (Fonseca, 2005: 107) na Europa do Iluminismo. A catástrofe mereceu a reflexão de filósofos como Voltaire (1694-1778), que utilizou o contexto da catástrofe para ridicularizar o pensamento optimista, Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), que demonstrou uma maior responsabilidade do Homem, e menos do Criador, nas consequências do GTL, e Immanuel Kant (1724-

¹ Para mais informação sobre estudos de sismicidade, comunicação pública e desenvolvimento da ciência dos sismos, em Portugal, ver apêndice A.

1804), que explicou o que acontecera separando geograficamente a origem do sismo do local onde os seus efeitos ocorreram. Mas de todas as conjeturas, talvez a mais importante, ou aquela que, à luz do que hoje sabemos, se vai revelar das mais importantes, foi a adiantada por John Michell (1724-1793). Este membro da Royal Society expôs a teoria que os terremotos sentidos em várias localidades se deviam à propagação ondulatória de movimentos no interior da Terra.

Embora muitos invocassem causas sobrenaturais, como o padre jesuíta Gabriel Malagrida, que foi autor de “Juízo da Verdadeira Causa do Terramoto” e acabou por ser a última vítima mortal da inquisição em Portugal (Tavares, 2005), o levantamento dos efeitos por intermédio de um questionário, enviado após o GTL às paróquias de todo o país, evidencia que as autoridades nacionais da altura encararam o sismo como um fenómeno natural. Este questionário ainda é útil, muitos anos depois, no quadro da tectónica de placas, com o objetivo de compreender o terramoto de 1755 e de efectuar estimativas de risco que permitam adotar medidas de prevenção sísmica (Carneiro e Mota, 2005).

A reconstrução de Lisboa e as medidas anti-sísmicas adotadas entretanto são também uma evidência a favor desta mudança de entendimento em relação ao fenómeno sísmico. A reconstrução de Lisboa após 1755 obrigou a desenvolvimentos importantes no domínio da construção e, em especial, na técnica da construção, de modo a que a cidade resistisse aos sismos que historicamente assolavam a capital do reino. Foi o que se passou com o aparecimento da produção em série e a introdução de princípios de pré-fabricação, para satisfazer rápida e economicamente as necessidades de construção. No domínio da construção civil, fizeram-se estudos sobre uma estrutura inovadora que resistisse «elasticamente» à vibração provocada pelos sismos (as construções poderiam oscilar sem partir), o que deu origem à célebre construção em “gaiola”; ao mesmo tempo, para precaver o risco de futuras derrocadas, estudou-se a altura dos edifícios (três ou quatro andares) de modo a resistirem às oscilações do solo (França, 1989).

O GTL constituiu, pois, uma oportunidade para o desenvolvimento científico e tecnológico na área da sismologia, sendo como tal que é considerado para iniciar esta história da sismologia em Portugal. Em termos de sismicidade ocorrida em território nacional, mais nenhum outro acontecimento no século XVIII teve semelhantes repercussões, assim como no século XIX, um período em que foram registados sismos de fraca intensidade com alguma frequência e de forte intensidade com menor frequência (Sousa, 1928). Apenas três tremores de terra, em 1858, em 1883 e 1899,

merecem destaque, segundo Choffat (1904). Destes, o terramoto de 1858 (com epicentro em Setúbal), que terá provocado seis mortos, foi considerado por Pereira de Sousa (1928, 1930a) como o mais importante que tinha sucedido em Portugal [continental] e em Lisboa depois do GTL. Nos Açores, o sismo do século XIX com mais vítimas mortais (9 a 12) aconteceu em 1852, afetando a ilha de S. Miguel e a localidade de Ribeira Grande em especial. Apenas outros três sismos produziram vítimas mortais (6 no total), em 1801, 1837 e em 1881, afetando as ilhas Terceira, Graciosa e S. Miguel, respetivamente (França, Cruz, Nunes e Forjaz, 2003).

Mas terá sido no século XIX que a sismicidade ocorrida em países como a Itália e o Japão contribuiu para estabelecer “as leis por que se rege e os métodos de que se serve” a sismologia (Miranda, 1942: 14). Assim, enquanto a sismologia se consolidava como ciência a nível internacional, a sismicidade ocorrida no território nacional não terá sido suficientemente intensa para que fosse organizado qualquer tipo de serviço sismológico no Reino de Portugal. Na primeira década do século XX, os sismos de 1903 (vários) e de 1909 (vários, mais violento o de Benavente/Ribatejo que ficou associado a 46 vítimas mortais), tendo intensidades pouco usuais, destacaram-se daqueles que, não sendo sentidos pelas populações, já podiam no entanto ser registados com recurso a instrumentação (Choffat, 1904; Choffat e Bensaúde, 1912; Diniz, 1911).

Assim, no início do século XX, novamente fruto da sismicidade e num território de um país que passaria a ser uma república, a sismologia, agora instrumental, ganhou um impulso, mas só passadas algumas décadas seria criado o serviço que haveria de coordenar as observações geofísicas a realizar no território nacional, o Serviço Meteorológico Nacional. A disponibilidade de equipamento sismográfico em território nacional possibilitou a deteção de sismos não sentidos, o que implicou o aumento da frequência de sismos registados, como se pode verificar nos catálogos sísmicos que abrangem o período correspondente ao século XX.

Sendo então Portugal um país com sismicidade, será de admitir que a sismicidade sentida e com impacto na opinião pública, em especial os terramotos de maior intensidade, como os 1755 e de 1909, tenha resultado no desenvolvimento da ciência dos sismos em Portugal, quer considerando a compreensão do fenómeno sísmico quer a organização de estruturas científicas para o seu estudo. A narrativa elaborada no contexto desta história da sismologia privilegia assim as relações entre os acontecimentos sísmicos e o desenvolvimento da ciência dos sismos, segundo uma

abordagem que tem em conta os contextos nas épocas em causa e o desenvolvimento da ciência dos sismos a nível internacional.

Esta história da ciência dos sismos e da sismologia considera a sismicidade, a sua comunicação pública e o desenvolvimento nacional e internacional da ciência dos sismos:

i) A sismicidade histórica tem sido objeto de estudo mais recentemente por parte de vários autores (ver apêndice A) com diferentes focos e abordagens. Em diferentes épocas, outros autores preocuparam-se em elaborar catálogos sísmicos (Mendonça, 1758; Sousa, 1928; Oliveira, 1986; Martins e Mendes Vítor, 1990; Moreira, 1991). Uma abordagem comparativa destes catálogos era uma tarefa que estaria por fazer e que permitiu, no contexto desta história, caracterizar a evolução dos estudos sobre sismicidade e a própria frequência e distribuição da sismicidade de Portugal;

ii) Pelas repercussões que teve, incluindo as numerosas conferências e publicações comemorativas dos 250 anos, o GTL foi um acontecimento que se destacou ao nível da comunicação pública sobre a sismicidade de Portugal. Mas nem a sismicidade do território nacional se esgotou neste acontecimento nem a comunicação pública se limitou a divulgar as repercussões de 1755, pelo que também era uma tarefa por realizar a análise de publicações periódicas e não periódicas, como jornais, projetos de matriz enciclopédica, memórias e comunicações de instituições de caráter técnico-científico, manuais escolares e revistas especializadas, de modo a caracterizar a cultura (científica) sobre sismos, em diferentes épocas;

iii) O desenvolvimento da ciência dos sismos ao nível do conhecimento sismológico e da organização das observações sismológicas, considerando um período que se inicia no século XVIII e termina no século XX, também estaria por fazer. Udías (2012) afirma que os “grandes terremotos” proporcionam, muitas vezes, oportunidades para o desenvolvimento da sismologia, e apresenta seis desses terremotos: o GTL, o de Nápoles (1857), o da Andaluzia (1884), o de São Francisco (1906), o do Chile (1960) e o do Japão (2011). Poderão os tremores de terra mais intensos ocorridos em território nacional ter também este duplo efeito de, para além dos estragos, estimular o desenvolvimento da ciência dos sismos?

No âmbito da história da ciência em Portugal, elaborámos uma história da sismologia cuja narrativa valoriza a relação entre a sismicidade no território nacional, o impacto deste fenómeno na opinião pública em geral, a marcha do conhecimento científico nos domínios da Geologia, da Física e da Matemática, e o conseqüente

desenvolvimento da ciência dos sismos no país, quer ao nível da compreensão do fenómeno sísmico quer ao nível institucional. Tendo em atenção estas duas dimensões, optámos por um recorte temporal longo (1755 a meado do século XX), pois como nos diz Braudel (1958), quando apresenta o conceito de “longue durée”, as ciências e as técnicas têm o seu ritmo de vida e crescimento, e as explicações que produzem são “universos construídos” (imperfeitos) que só são rejeitados depois de terem servido longamente. Tal opção conduzirá a nossa investigação por diferentes contextos histórico-filosóficos culturais que teremos em conta.

Quanto às fontes utilizadas para elaborar a narrativa desta história, elas foram documentos de diferentes tipologias que se enquadram na História da Geologia e da Sismologia, de autores portugueses e internacionais. No que diz respeito a fontes secundárias, privilegiaram-se as obras mais recentes, incluindo as que surgiram no âmbito da efeméride dos 250 anos do GTL, para além dos trabalhos clássicos como os de Pereira de Sousa (1919-1932) ou, mais recentemente, de Vítor Moreira (1979-1991). Relativamente a fontes primárias, foram analisadas publicações periódicas e não periódicas em circulação, em Portugal, no período abrangido, incluindo manuais destinados ao ensino liceal (século XIX e primeira metade do século XX), pelo papel relevante ao nível da divulgação científica e do ensino. Também foram consultados arquivos institucionais e legislação produzida sobre o tema. Para além de registar os factos, os indivíduos e as instituições que marcaram o desenvolvimento da sismologia em Portugal (ou seja, o interesse histórico em si), a partir das fontes referidas procurou definir-se padrões históricos essenciais, ou seja, identificar tendências e relações que permitam caracterizar o desenvolvimento da ciência dos sismos em Portugal e os respetivos contextos que condicionaram esse desenvolvimento.

Ainda em termos metodológicos, optámos muitas vezes por sistematizar a informação recolhida na forma de tabela. Para além de ser um recurso que permite uma abordagem “democrática” das fontes, procurando o mesmo tipo de informação em todas as fontes, sem que uma fonte, um autor ou uma entidade sejam “privilegiados” ou “preteridos” relativamente a outros, permite uma melhor visualização dessa informação, tanto para quem investiga como para divulgar o resultado dessa investigação. Tendo em atenção o elevado número de tabelas, serão apresentadas apenas as que considerámos mais relevantes, sempre no final da secção do respetivo capítulo, para não perturbar a leitura do texto.

A elaboração de uma história da sismologia em Portugal não foi motivada por qualquer interesse patriótico em particular, até porque ela nos mostra, sem surpresa, o atraso da ciência dos sismos nacional relativamente à de outros países do mundo, num país que foi passando da condição de central para periférico, após a expansão colonial europeia. Embora 1755 tenha invertido esta tendência por algum tempo, ao colocar a capital do Reino sob o foco das Luzes, sabemos que a sismicidade que caracterizou o território nacional após esse acontecimento também não terá sido suficientemente intensa para pressionar os decisores de Portugal no sentido de colocar o país na “linha da frente” do desenvolvimento da ciência dos sismos, como aconteceu em países como a Itália ou o Japão.

Tal como a História da Ciência em geral, esta história da sismologia constitui uma oportunidade de ligação entre a ciência (sismologia) e as humanidades (história). Para além da vertente científica, a sismologia tem implicações técnicas ao estudar os modelos de edifícios mais adequados para resistir aos efeitos da sismicidade. Neste caso, uma história da sismologia permite conhecer narrativas que são exemplificativas de interações entre ciência, tecnologia e sociedade, um tópico que se enquadra nas abordagens estabelecidas em programas de disciplinas do ensino secundário nacional, como Biologia e Geologia ou Física e Química A. A História da Ciência em geral e a história da sismologia em particular também poderão servir para promover a reflexão sobre um entusiasmo sem sentido crítico pela ciência, como o que se poderá desenvolver em torno da previsão sísmica e/ou da engenharia sísmica e levar à demissão de comportamentos preventivos individuais relativamente à sismicidade. Consideramos assim que esta história da sismologia se justifica não só como contributo para a História da Ciência em Portugal, no sentido do conhecimento de como a atividade científica dita sismológica evoluiu em Portugal e de uma melhor compreensão da sismologia atual, mas também pela utilidade das suas possíveis aplicações, como no ensino de ciências.

Esta história da sismologia de Portugal apresenta cinco capítulos que passamos a apresentar.

O capítulo **um** é dedicado ao entendimento histórico dos estudos de sismicidade, considerando a sismicidade histórica e instrumental ocorrida em território nacional. O estudo da sismicidade histórica por autores portugueses tem permitido a elaboração de catálogos sísmicos diversos e a abordagem seguida neste capítulo terá por base um estudo comparado destes catálogos sísmicos. O catálogo de Moreira de Mendonça (1758), elaborado após o terramoto de 1755, terá sido provavelmente um dos primeiros

catálogos sísmicos a nível mundial, sendo considerado “um precioso elemento de trabalho para o estudo da sismicidade histórica de Portugal” por Peixoto e Ferreira (1986: 255). Por tal motivo, será dado algum destaque a este catálogo, bem como à análise do seu impacto nos catálogos posteriores.

O capítulo **dois** vai incidir sobre a compreensão pública dos terremotos. Neste capítulo, a cultura popular e científica sobre os sismos será analisada a partir de publicações, periódicas e não periódicas, em circulação desde o GTL até à primeira metade do século XX (abrangendo, portanto, o período pós-terramoto de 1909), cotejando com a literatura da época, nacional e internacional. A revista *A Terra*, um periódico especificamente dedicado às ciências geofísicas, tem uma atenção particular e já fora objeto de análise por nós (Ferreira e Fitas, 2012). Outros autores tiveram em conta publicações periódicas para a história da cultura e da ciência (Nunes, 2001) e, em particular, para o estudo da sismicidade (Torres, 1993), bem como para uma filosofia e história da ciência em Portugal no século XX (Fitas, Rodrigues e Nunes, 2008). As publicações periódicas e não periódicas referidas foram analisadas para determinar a importância dada ao tema dos sismos, relativamente a outros temas de natureza científica, que terremotos foram merecedores de divulgação, e que explicações e relações foram estabelecidas. Com esta análise pretendemos também conhecer que pessoas e instituições, em Portugal, estiveram associadas ao desenvolvimento da ciência dos sismos.

O capítulo **três** é dedicado ao desenvolvimento da Ciência dos Sismos em geral, tendo em atenção as suas várias dimensões disciplinares, as instituições e as práticas científicas. A abordagem seguida para a elaboração desta história do desenvolvimento da ciência dos sismos, a nível internacional, foi a de considerar o terremoto de 1755 e o contexto do século XVIII como os estímulos para o início da sismologia moderna, à semelhança do que defende Ben-Menahem (1995), para quem a origem da “germinação” da sismologia remonta a 1 de novembro de 1755 e ao acontecimento sísmico que fez mudar a perspectiva do ser humano relativamente ao fenómeno sísmico. Ben-Menahem (1995) apresenta no *Bulletin of the Seismological Society of America* uma história concisa da sismologia com uma lista cronológica de “eventos” (conhecimentos e acontecimentos) relacionados com o desenvolvimento da sismologia.

Os dois capítulos seguintes evidenciam o contributo da própria sismicidade para o desenvolvimento da ciência dos sismos e para o resultante despertar da sismologia, especificamente em Portugal, tomando como referência o desenvolvimento da ciência

dos sismos a nível internacional e considerando, em especial, a compreensão do fenómeno sísmico (no capítulo quatro) e a organização da ciência dos sismos (no capítulo cinco).

Dos vários terremotos ocorridos em território nacional continental com efeito destruidor, destacaram-se dois pelo impacto ao nível socioeconómico e técnico-científico: o terremoto de Lisboa, de 1755 e o de Benavente, de 1909. São os estudos surgidos na sequência destes dois acontecimentos sísmicos que consideramos mais significativos para a história da ciência dos sismos em Portugal que analisaremos no capítulo **quatro**: a partir de 1755, um terremoto com efeitos visíveis ao nível de novos conhecimentos e com uma dimensão pública que se pode «medir» à escala Europeia, e a partir de 1909, um terremoto com uma dimensão pública mais “modesta” mas com intensidade suficiente para as autoridades nacionais adotarem medidas visando o estudo em particular do fenómeno.

O capítulo **cinco** descreve a organização institucional da ciência dos sismos em Portugal, destacando a reação da comunidade científica portuguesa ao terremoto de Benavente de 1909, no sentido de garantir os equipamentos e as práticas científicas que levaram ao desenvolvimento da sismologia instrumental, tendo igualmente em atenção a internacionalização e a profissionalização das ciências geofísicas, contexto que permitiu que a ciência dos sismos em Portugal, após a década de 40 do século XX, passasse a ser feita por geofísicos especializados, que assim sucederam aos filósofos naturais do século XVIII e aos geólogos e engenheiros do século XIX. Um apontamento adicional no capítulo descreve a reação institucional aos acontecimentos sísmicos e vulcânicos associados à erupção dos Capelinhos (1957-58), incluindo a do próprio Serviço Meteorológico Nacional, finalizando uma história da ciência dos sismos em Portugal surgida e organizada em relação à própria sismicidade.

Nesta história da sismologia estão ainda incluídos nove apêndices: A- Estudos sobre sismicidade, comunicação pública e desenvolvimento da ciência dos sismos, em Portugal; B- Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755; C- Questionários sismológicos; D- A interpretação de Luís António Vernei (1769) e a transcrição do texto original traduzido do latim que nos permitiu esta interpretação; E- Escalas de intensidade; F- O terremoto de Messina na *Brotéria*: explicações e desenvolvimentos no âmbito da ciência dos sismos; G – Estudos não coevos sobre o Terremoto de Benavente; H- Cronologia do desenvolvimento da ciência dos sismos com base nas repercussões de acontecimentos sísmicos; I- Os fundadores da sismologia nacional. Sempre que

adequado, o texto remete para o apêndice indicado, onde se encontra informação adicional e/ou sistematizada.

Os apêndices poderão ser consultados de forma isolada, em função do interesse pelo respetivo tema, embora os apêndices C “Questionários sismológicos” e o E “Escala de intensidade” tenham sido concebidos essencialmente como informação adicional ao texto. Também cada capítulo tem “vida” própria, com princípio, meio e fim, podendo ser lido de forma isolada, se o interesse for apenas no tema desse capítulo. Mas só o conjunto dos capítulos permite compreender esta história da ciência dos sismos em Portugal que encontra na própria sismicidade o contexto para a comunicação pública sobre sismos e para o desenvolvimento da ciência que os estuda, nos conhecimentos produzidos e na institucionalização desse estudo.

CAPÍTULO 1 – Estudos de sismicidade: do catálogo de Moreira de Mendonça aos catálogos sísmicos atuais

“O conhecimento da sismicidade de um país, ou de uma região tectónica, é primordial para levar a cabo os estudos que determinam a capacidade dos futuros terremotos produzir danos [...]. A primeira maneira de expressá-la é mediante os catálogos sísmicos, nos quais se compila, de modo mais ou menos extenso, as características dos terremotos que ocorreram numa zona ao longo da história” (Solares e Rodríguez, 2002: 9).

Os efeitos do sismo de 1 de janeiro de 1980 nos Açores estão ainda presentes na memória quer daqueles que vivenciaram o acontecimento quer dos que dele tiveram conhecimento através da comunicação social. Este sismo foi talvez o mais recente cujos efeitos em território nacional tiveram um elevado grau de destruição e serve para introduzir uma das importantes características tectónicas do território português (continental e insular): a existência de sismicidade¹, com um grau de risco apreciável e que ao longo da história se tem feito sentir.

A melhor informação para avaliar a sismicidade de cada região resulta dos registos instrumentais obtidos com base nas estações sísmicas nela localizadas. A partir do princípio do século XX, com a instalação destas estações, passou a ter-se acesso a ocorrências sísmicas que escapavam à observação humana da natureza assente simplesmente nas capacidades dos órgãos dos sentidos e foi possível elaborar catálogos sísmicos² incluindo a informação obtida nos registos instrumentais. De um modo geral, estes catálogos incluem informação sobre a data e hora da ocorrência sísmica, localização (coordenadas epicentrais e profundidade) e magnitude. Com o aumento do número de estações sísmicas e a melhoria dos sistemas de deteção e registo, foi possível incluir informação cada vez mais precisa nos catálogos sísmicos (Costa, 2005).

A forma de compendiar os tremores de terra antes da existência dos registos instrumentais (final do século XIX, em Portugal só no início do século XX) era através de evidências geológicas (paleossismicidade) e de relatos históricos. A análise de fontes históricas coevas, partindo da descrição dos efeitos destrutivos, e outros, em diferentes regiões afetadas pela mesma ocorrência (simultaneidade cronológica garantida por diversas fontes históricas) permitia estudar o próprio acontecimento. E quando os registos históricos dos efeitos dos abalos eram em maior número, tornava-se possível,

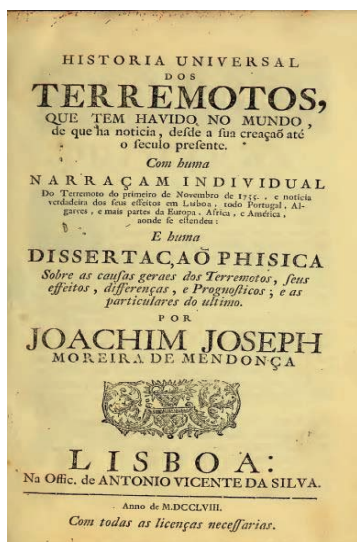
com recurso a uma escala e dispensando instrumentos, a avaliação comparada da intensidade, ou seja, do grau de destruição. No entanto, como a intensidade depende da densidade populacional, a correlação entre a intensidade e as outras variáveis, que são hoje avaliadas com recurso a instrumentos, pode ser pouco significativa (Costa, 2005).

Os registos históricos permitem conhecer a distribuição geográfica de sismos históricos, fornecendo evidência sobre a existência de zonas sísmicas (onde se devem adotar medidas anti-sísmicas), assim como a frequência temporal de ocorrência de sismos (Costa, 2005). O estudo da sismicidade histórica também permite apontar os prováveis acidentes geológicos na origem dos sismos antigos. Por exemplo, Senos e Carrilho (2003) consideram que, tendo em atenção os efeitos, os sismos de 1531 e de 1909 poderão ter tido origem em acidentes geológicos localizados em terra (vale inferior do Tejo), enquanto os sismos de 63 a.C., de 382 e de 1755, todos eles associados a tsunamis, terão tido origem em estruturas localizadas no Oceano Atlântico. O estudo da sismicidade histórica exige assim uma importante colaboração interdisciplinar nos domínios da História, da Geologia, da Geofísica e da Engenharia.

O objetivo deste capítulo é divulgar estudos de sismicidade histórica realizados por autores portugueses, em diferentes épocas e, em simultâneo, concluir sobre a frequência e distribuição da sismicidade no território nacional. O estudo de sismos históricos por autores e instituições nacionais permitiu a elaboração de catálogos sísmicos diversos, que vão agora ser analisados (aqueles a que tivemos acesso e que consideramos relevantes na época em que foram realizados), tendo em atenção as instituições que os promoveram, as fontes consultadas, o período que abrangem, as áreas geográficas consideradas e os parâmetros utilizados para caracterizar os sismos. Após o terramoto de 1755, Moreira de Mendonça (1758) terá elaborado um dos primeiros catálogos sísmicos a nível mundial³, que constitui atualmente “um precioso elemento de trabalho para o estudo da sismicidade histórica de Portugal” (Peixoto e Ferreira, 1986: 255)⁴. Por tal motivo, será dado algum destaque a este catálogo, bem como ao seu impacto em catálogos sísmicos posteriores (Sousa, 1928; Moreira, 1984; Oliveira, 1986; Martins e Víctor, 1990) e em outros estudos de sismicidade histórica (Nunes, Forjaz e Oliveira, 2004; Costa e Fonseca, 2007; Costa, Andrade, Seabra, Matias, Baptista e Nunes, 2005; Baptista e Miranda, 2005). Na comparação dos catálogos relativos a sismos históricos ocorridos em território nacional, o catálogo de Oliveira (1986) será usado como referência, uma vez que caracteriza a qualidade (grau

de confiança) do tipo de informação relativa a cada sismo, ou seja, avalia criticamente as fontes históricas, uma abordagem que não acontecia à época do GTL.

1.1-O catálogo sísmico de Moreira de Mendonça (1758)



O acontecimento catastrófico que constituiu o terramoto de Lisboa de 1755 terá motivado a obra “Historia Universal dos Terremotos”, de Joaquim Joseph Moreira de Mendonça⁵, editada em 1758. Embora citada posteriormente com alguma frequência, pretendemos agora analisá-la detalhadamente e demonstrar a sua relevância no que à sismicidade histórica diz respeito, preenchendo uma lacuna no contexto de uma história da sismologia em Portugal (ver também capítulo 4). O nome do autor e o título da obra estão reproduzidos na versão original, mas daqui em diante os termos reproduzidos serão escritos de acordo com a ortografia atual.

No prólogo da obra, Moreira de Mendonça defendeu a utilidade do conhecimento da “multiplicidade” dos terramotos como forma de diminuir o “horror” do último (refere-se ao GTL) e como forma de alerta para os seus perigos. Sem o dizer explicitamente, ao promover a tomada de consciência de que estes fenómenos destroem habitações e provocam mortes, o autor parece procurar promover uma atitude preventiva da população em relação aos terramotos.

Moreira de Mendonça considera a sua história dos terramotos como a mais “numerosa e completa” em termos cronológicos e, no que diz respeito ao último [GTL], considera a sua descrição como aquela que tem “maior averiguação e verdade” (Mendonça, 1758: prólogo). A motivação para a elaboração desta história poderá ter sido mesmo o acontecimento do GTL, uma vez que o autor assume um atraso de um ano por pretender “dar uma completa notícia dos efeitos” [do GTL] que ainda não sabe se terminaram. Para justificar este atraso, refere ainda falta de tempo e de livros, e que só após o “fim do ano de 1756”, graças a um acesso privilegiado à Biblioteca da Real Casa de N. Senhora das Necessidades e à “livraria” do Convento de N. Senhora da Graça, reuniu condições para terminar o seu empreendimento.

É precisamente onde a Congregação de Oratório⁶ se concentrara após a ocorrência do GTL, na Real Casa de N. Senhora das Necessidades⁷, que foram assinadas duas das necessárias licenças para impressão desta obra, uma por João Baptista e outra por João Chevalier, o primeiro académico da Academia Litúrgica, o segundo correspondente da Academia Real das Ciências de Paris e académico da Real Sociedade de Londres, mas ambos membros da referida Congregação. Todas as licenças foram emitidas em novembro e dezembro de 1757, pelo que admitindo que o estímulo tenha surgido na sequência do GTL, e considerando o referido ano de atraso, Moreira de Mendonça terá demorado cerca de um ano a escrever a *História Universal dos Terramotos*, uma obra que termina na página 272. As últimas onze páginas referem-se a um índice remissivo das entradas (905 no total) intitulado “Das terras que têm padecido terramotos e das coisas mais notáveis deste Livro” (Mendonça, 1758: 261).

Ainda no prólogo, Moreira de Mendonça revela viver “ocupado com obrigações multiplicadas” e assume a obra como fruto da sua “grande curiosidade”. Daqui se poderá depreender que a sismicidade era um tema recente do seu interesse (provavelmente apenas após a ocorrência do GTL), condição que não o inibiu de dissertar, como veremos (capítulo 4), sobre as causas físicas dos terramotos, nem impediu a atribuição que lhe foi feita, por um dos qualificadores do Santo Ofício (Fr. Manoel do Espirito Santo), do estatuto de filósofo “completo”, a par de historiador “consumado”.

A *História Universal dos Terramotos* de Moreira de Mendonça está dividida em três partes: uma *História universal dos terramotos* (p.1), onde é apresentada uma lista com descrições dos principais terramotos ocorridos ao longo da história; a *História do terramoto do primeiro de novembro de 1755* (p.113), em que os efeitos do GTL são descritos em termos geográficos e cronológicos; e uma *Dissertação física* (p.169), apresentando explicações sobre o fenómeno. Pela importância que esta obra tem como primeiro catálogo sísmico português e como uma das principais fontes para os catálogos posteriores, apresenta-se seguidamente uma análise das duas primeiras partes. A última parte, que constitui uma dissertação sobre as causas dos terramotos, em geral, e do GTL, em particular, será analisada no capítulo 4.

1.1.1-Parte primeira da *História Universal dos Terramotos*

A primeira parte da *História Universal dos Terramotos* inicia-se com “Os Terramotos, fenómenos da Natureza os mais formidáveis [...]” (Mendonça, 1758: 1).

Moreira de Mendonça clarifica assim, logo no início da obra, que entende os terremotos como fenômenos naturais, entendimento que não passou despercebido aos dois qualificadores do Santo Ofício (Fr. Manoel do Espírito Santo e Fr. João Evangélico) que analisaram a obra. Ambos fazem referência à dissertação física e às causas naturais e consideram que o autor não ofende as determinações da Santa Fé. Quanto à história que se propõe contar, Moreira de Mendonça justifica-a pelo “grande número de lamentáveis vestígios, a opinião de antigos escritores e a experiência de vários sucessos deste século” (Mendonça, 1758: 1); e de ser universal, porque “poucas regiões do orbe terrestre se podem numerar livres dos seus estragos; nenhuma isenta dos seus efeitos” (Mendonça, 1758: 1).

Após a memória de alguns terremotos “que causaram grandes estragos”, mas sem cronologia porque “falta a certeza do ano em que aconteceram” (Mendonça, 1758: 10), sendo feita referência a terremotos na Fenícia, Lídia, Jónia, Grécia, México, Rodes, Líbia, entre outros, e normalmente tendo como consequência a “subversão” [destruição] de cidades, a parte primeira da *História Universal dos Terramotos* prossegue com a exposição dos efeitos do primeiro terremoto com “época certa” (ou seja, com data). Segundo o autor, terá acontecido em 1815 antes do Nascimento de Cristo e fez sair o mar Ático dos seus limites, o que terá motivado a “fábula do Dilúvio” (Mendonça, 1758: 13).

Após esta data, que Moreira de Mendonça reconhece como uma idade “muito escura”, devendo supor-se a ocorrência de muitos outros terremotos dos quais “não ficaram memórias”, sucede-se a catalogação dos terremotos “mais memoráveis” que aconteceram no mundo (Mendonça, 1758: 13). Destes acontecimentos sísmicos com data, que o autor descreve na parte primeira da *História Universal dos Terramotos*, até 1755, os que foram sentidos ou afetaram o território do Reino de Portugal e do Algarve (27), assim como os arquipélagos da Madeira (1) e dos Açores (13). É importante realçar que na região insular há uma associação entre a atividade sísmica e a atividade vulcânica, como se pode verificar pelas descrições que Moreira de Mendonça faz de cada acontecimento e que vai explicar na sua dissertação física (ver capítulo 4).

De acordo com a catalogação de Moreira de Mendonça, ocorreram então quarenta e um acontecimentos sísmicos cujos efeitos foram sentidos em Portugal antes de 1755, registados no apêndice B tendo em atenção a data, as localidades mais afetadas, danos e observações, e a fonte histórica utilizada pelo autor. Na última coluna desta tabela, os comentários têm em atenção se o sismo em causa está compendiado no catálogo de

referência (Oliveira, 1986) e, no caso de ter como efeito um tsunami, se consta no catálogo respetivo (Baptista e Miranda, 2005). Também o estudo sobre sismicidade histórica de Costa e Fonseca (2007), focando o período medieval, foi tido em conta.

Relativamente às fontes utilizadas por Moreira de Mendonça, para além dos relatos de historiadores espanhóis e franceses (o que mostra que o autor tinha acesso a informação que circulava noutros países europeus), há duas que destacamos por serem consideradas de “maior confiança” (Moreira, 1979: 124). A *Monarquia Lusitana* foi um trabalho escrito pelos monges de Alcobaça sobre a História de Portugal, que abrangeu o período desde as origens até à eleição de D. João I. O *Livro da Noa de Santa Cruz* era um manuscrito guardado na Igreja de Santa Cruz de Coimbra, em que se ia assinalando, no decorrer dos tempos e de forma concisa, informações de natureza histórica, bem como acontecimentos como eclipses, outros fenómenos astronómicos e os terramotos, abrangendo um período que foi desde o ano 319 da era de César até ao ano de 1442 da era de Cristo (Moreira, 1979).

Estas fontes também são utilizadas nos catálogos de sismicidade histórica elaborados mais recentemente (direta ou indiretamente, por recurso à parte primeira da *História Universal dos Terramotos*), o que pode explicar que dos 27 terramotos que constam na relação de Moreira de Mendonça como afetando o território continental, até 1755, apenas dois não constem no catálogo que estamos a usar como referência (Oliveira, 1986), atestando da validade de um catálogo sísmico realizado há mais de 250 anos, por iniciativa individual.

O primeiro livro da Escritura Sagrada, o Genesis, também foi uma fonte utilizada por Moreira de Mendonça para concluir que nenhum terramoto terá ocorrido entre a criação do mundo e o Dilúvio universal. Mas considerando o terramoto como fenómeno natural, o autor insistia que poderia ter estado na origem do Dilúvio precisamente um terramoto, conforme parecer de Seneca. Quanto aos autores que dizem que a Terra sofreu no passado grandes modificações devido a terramotos, como Stenon, Ray, entre outros, referidos por Buffon (1707-1788)⁸ e citados por Moreira de Mendonça, pretendiam fazer crer que o orbe era todo plano, resultando depois os montes de grandes terramotos. O próprio Buffon atribui alterações da superfície da terra aos terramotos, a propósito dos quais, na sua *História Natural*, escrevia:

“Existem dois tipos de terramotos, os que são causados pela ação de fogos subterrâneos e pela explosão de vulcões, e que só são sentidos a pequenas

distâncias e nos períodos em que os vulcões estão ativos, ou antes que se abram; [...] Mas há outro tipo de terramoto, muito diferente para os efeitos e talvez para as causas, são os tremores de terra que se fazem sentir a grandes distâncias, e que abalam uma grande extensão de terreno sem que surja qualquer vulcão nem se produza qualquer erupção” (Buffon, 1747: 526-527).

Também Feijoo (1676-1764)⁹ foi referido por admitir que a América antigamente comunicaria com a Ásia, por um istmo entretanto subvertido por algum terramoto, justificando assim a variedade de animais encontrados naquela que seria então uma ilha do continente asiático. Os vestígios marítimos encontrados na Europa também fizeram Buffon admitir que outrora o continente estivesse coberto por água e que os terremotos poderiam ser responsáveis por estas alterações da superfície da terra que aconteceram no passado e que viriam a acontecer no futuro.

No que diz respeito à região de Portugal, Moreira de Mendonça admitia grandes estragos causados no passado pelos Elementos. Platão é referido por admitir a existência de uma grande ilha chamada “Atlantica”, ocupando a maior parte do Oceano Atlântico e que Kircher¹⁰ admitia terem incluído as ilhas dos Açores. Feijoo é referido por considerar esta existência como “fabulosa” (Mendonça, 1758: 6) dado ser inverosímil uma ilha com tais dimensões, mas Moreira de Mendonça alega que admitindo a América continuada com as ilhas que existem no Oceano teríamos uma Atlântica com a grandeza considerada, defendendo assim a opinião de Platão. E acrescentou:

“É sem dúvida, que um, ou muitos Terramotos poderão subverter grandes porções daquela ilha, deixando algumas partes da terra dela circundadas de água, formando Ilhas” (Mendonça, 1758: 7).

Moreira de Mendonça refere que Buffon¹¹ admitia a existência de um continente continuado entre a costa de Portugal e a América. Esta ideia não está muito longe daquela que mais recentemente (1928) foi utilizada pelos geólogos americanos em oposição à teoria da deriva continental: pontes continentais “transientes” ligando continentes fixos e que estas pontes poderiam ser elevadas por forças tectónicas (Krill, 2011). O debate entre as perspetivas fixista e mobilista para explicar a superfície da Terra ainda iria durar cerca de 40 anos, mas na *História Universal dos Terramotos*

encontramos evidências que no século XVIII já havia quem contestasse, incluindo o próprio Moreira de Mendonça, a permanência dos continentes.

Sejam as ilhas parte da antiga Atlântica ou de um continente continuado de África e Portugal, Moreira de Mendonça não tem dúvida que as separações que deram origem às ilhas tiveram de ser o resultado de violentíssimos terremotos. Para além da “subversão” de terras, o autor considera igualmente “admiráveis” as elevações que, no mar, deram origem a ilhas, dando como exemplo a ilha de Santorin. O autor dedica mesmo duas páginas da sua *História Universal dos Terramotos* a este arquipélago e às sucessivas erupções vulcânicas que ocorreram para a formação das ilhas, em especial as que decorreram entre 1707 e 1712, com base na descrição de um não identificado padre jesuíta “testemunha ocular e fidedigna” (Mendonça, 1758: 9). Apesar do reconhecimento do fenómeno vulcânico, Moreira de Mendonça atribui a elevação das ilhas aos “fogos subterrâneos” (Mendonça, 1758: 8) e aos terremotos. A sismicidade era assim considerada como causadora das grandes alterações da superfície da terra.

No século das Luzes, a natureza era vista como “um manancial de fenómenos que deveriam ser reunidos e colocados por ordem pelo filósofo natural” (Jardine e Spary, 1997: 4), tal como Moreira de Mendonça procura fazer na *História Universal dos Terramotos* relativamente aos fenómenos sísmicos. Apesar desta racionalidade, não deixamos de encontrar referências ao “Dilúvio” e manifestações de religiosidade, por exemplo quando o autor lembra que doentes ou feridos se restabeleceram mesmo sem médicos e sem medicina, concluindo serem prodigiosas “as obras da Divina Providência!” (Mendonça, 1758: 116) e ainda quando realçava a “Misericórdia de Deus” (Mendonça, 1758: 246) por ter poupado Lisboa a males maiores na sequência do GTL.

Da análise da primeira parte do catálogo sísmico de Moreira de Mendonça podemos concluir que o número de sismos referenciados aumenta à medida que nos aproximamos de 1755. Verifica-se que a atividade sísmica foi sentida em especial nas regiões de Lisboa e do Algarve, no continente, e, ao nível insular, sobretudo no Grupo Central e Oriental do arquipélago dos Açores, em associação com a atividade vulcânica. A parte primeira da *História Universal dos Terramotos* apresenta provas históricas que mostram inequivocamente a ocorrência de sismicidade no território nacional (continental e insular), com alguma frequência e com maior ou menor grau de destruição, antes da ocorrência do GTL. E os efeitos do GTL, com base no testemunho de quem os presenciou e não se limitou apenas a observá-los, mas registando-os, são o

tema da segunda parte da *História Universal dos Terramotos*, a qual será analisada de seguida.

1.1.2-História do Terramoto (do primeiro de novembro de 1755)

“Eu fui uma das testemunhas destas fatalidades” (Mendonça, 1758: 121). É na primeira pessoa que Moreira de Mendonça inicia a segunda parte da *História Universal dos Terramotos*, na qual descreve as ocorrências do primeiro de novembro de 1755, em Lisboa. A descrição inicia-se pelo estado do tempo e ficamos a saber que o céu estava limpo e havia mais calor do que o habitual para a época do ano. A precisão da descrição do autor chega ao ponto de nos indicar a pressão atmosférica (27 polegadas) e a temperatura (14 graus) à hora do início do abalo, pouco depois das nove e meia. Quanto aos fenómenos que se sucederam nessa manhã, Moreira de Mendonça descreve-os do seguinte modo...

...o abalo:

“[...] começou a terra a abalar com pulsação do centro para a superfície, e aumentado o impulso, continuou a tremer formando um balanço para os lados de Norte a Sul, com estrago dos edifícios, que ao segundo minuto de duração começaram a cair, ou a arruinar-se, não podendo os maiores resistir aos veementes movimentos da terra, e à sua continuação. Duraram estes, segundo as mais reguladas opiniões, seis para sete minutos, fazendo neste espaço de tempo dois breves intervalos [...] Em todo este tempo se ouvia um estrondo subterrâneo a modo de trovão quando soa ao longe. [...] Escureceu-se algum tanto a luz do Sol, sem dúvida pela multidão de vapores, que lançava a terra, cujas sulfúreas exalações perceberam muitos. Foram vistas em várias partes fendas na terra de bastante extensão; mas de pouca largura. A poeira, que causou a ruína dos edifícios cobriu o ambiente da cidade com uma cerração tão forte, que parecia querer sufocar todos os viventes” (Mendonça, 1758: 113 e 114).

...o tsunami:

“A estes impulsos da terra se retirou o mar, deixando nas suas margens ver o fundo às suas águas nunca de antes visto, e encapelando-se estas em altíssimos montes, se arrojaram pouco depois sobre todas as povoações marítimas com tanto ímpeto, que parecia quererem submergi-las estendendo os seus limites. Três erupções maiores, além de outras menores, fez o mar contra a terra, destruindo muitos edifícios, e levando muitas pessoas envoltas nas suas águas” (Mendonça, 1758: 114).

...o incêndio:

“Logo depois do Terramoto primeiro se começou a ver arder o Palácio do Marquês de Louriçal, a Igreja de S. Domingos, o Recolhimento do Castelo, e outros edifícios, em que as luzes, ou fogões das casas tinham comunicado o fogo aos madeiramentos” (Mendonça, 1758: 117-118).

O fogo alastrou até ao castelo, onde se guardava a pólvora, e perante a ameaça de explosão, muitas pessoas terão fugido para fora da cidade e deixado as casas abandonadas. A pilhagem fez então agravar uma situação que já era de grande destruição, provocada directamente pelos abalos e pelo tsunami e indirectamente pelo incêndio. Moreira de Mendonça apresenta uma descrição detalhada, de cerca de dez páginas, dos edifícios e bairros de Lisboa e subúrbios destruídos pelo fogo e pelo terramoto. Em jeito de balanço conclui:

“Por muitas vezes examinei todo o recinto da cidade, e seus subúrbios por onde não houve fogo. Depois de muitas reflexões feitas em várias ruas, e diversos bairros da cidade, me parece, que o fogo consumiu a terceira parte da cidade, naquele sítio em que era mais populosa, por serem a maior parte das ruas estreitas, e as casas de quatro, cinco e seis andares de sobrados. Parece-me também, que o terramoto lançou por terra a décima parte das casas de Lisboa, deixou inabitáveis mais de duas partes das que ficaram em pé, ficando habitáveis somente ainda menos de uma terça parte das casas [...]” (Mendonça, 1758: 136).

Moreira de Mendonça considerava esta como a “mais verdadeira notícia do estado em que deixou o Terramoto, e incêndio” a cidade de Lisboa (Mendonça, 1758: 136). Não temos maneira de certificar tal afirmação, mas sabemos que quem a fez testemunhou diretamente o acontecimento, recorreu a outras fontes de conhecimento e, como refere, fez uso da reflexão.

Quanto ao número de pessoas que morreu em Lisboa por causa do terramoto, do incêndio e do mar, depois de analisar vários autores, Moreira de Mendonça contesta a avaliação que é feita por estes, desde a terça até à décima parte da população de Lisboa. O autor da *História Universal dos Terramotos* considera que não tiveram em conta que muitas famílias fugiram para os campos nos subúrbios da cidade e mesmo para outras cidades do reino ou de fora dele. Moreira de Mendonça refere ignorar a estimativa que foi anunciada ao Rei “quando por ordem sua foram perguntados os Párocos das Freguesias” (Mendonça, 1758: 137). O próprio Moreira de Mendonça procurou averiguar rua a rua mas, por “falta de tempo”, acabou por consultar os párocos, ouvir “pessoas prudentes” e reflectir na “parte que faltava”. A conta que fez, a “mais exacta que se pode fazer nesta matéria” (Mendonça, 1758: 138), apontava para pouco mais de cinco mil mortos no próprio dia e outros tantos, por não resistirem aos ferimentos e doenças, ao longo do mês de novembro. Os elementos falecidos do clero (quantificados por ordem religiosa) e da nobreza (nominalmente) também foram incluídos numa relação que consta na *História Universal dos Terramotos* sobre o número de pessoas que perderam a vida.

Moreira de Mendonça procurou ainda estabelecer uma relação das riquezas que o terramoto e o incêndio consumiram, concluindo que a riqueza de Lisboa se podia considerar como “imensa”. Medidas tiveram de ser tomadas no sentido de fornecer alimentos, de prevenir roubos, de definir os preços dos mantimentos e do aluguer das poucas casas habitáveis, e de reedificar a cidade, assim como de desenvolver ações de graças (Mendonça, 1758). O desempenho dos decisores políticos era avaliado do seguinte modo:

“Sua Majestade Fidelíssima assistido do Secretario de Estado Sebastião José de Carvalho e Melo, Ministro Sábio, zeloso, e ativo, deu as providências necessárias para o socorro, alívio e segurança do povo, e para o restabelecimento vantajoso de Lisboa. Tudo foram resoluções sábias, disposições acertadas e Leis santíssimas” (Mendonça, 1758: 142).

No que diz respeito aos efeitos do GTL, Moreira de Mendonça relata também o que se passou fora de Lisboa, primeiro, noutras localidades de Portugal continental e, depois, fora do território continental, como se apresenta, respetivamente, na tabela 1.1 e na tabela 1.2 (final da secção). Ambas destacam os danos e observações que Moreira de Mendonça descreve por localidade, mas na tabela 1.2 foi possível ter também em conta as fontes históricas utilizadas, porque foram indicadas pelo autor (como a *Gazeta de Madrid* e a *Gazeta de Lisboa*). Moreira de Mendonça não identifica as fontes que terá consultado no que diz respeito aos efeitos do GTL em território nacional continental.

O catálogo sísmico de Moreira de Mendonça regista vítimas mortais na sequência do terramoto de 1755 em locais como Setúbal, Algarve, Espanha e norte de África. Nos Açores, o GTL “foi sentido” mas “sem danos”, de acordo com o autor, citando a *Gazeta de Madrid*. Na ilha Terceira, o mar “fez uns refluxos tão violentos” que os navios correram o perigo de naufragar (Mendonça, 1758: 159). Numa recolha de descrições sobre a “vaga sísmica” do 1º de novembro de 1755 nas ilhas açorianas, Ferreira (1941b: 220) considerava que o abalo que a originou foi o “mais extenso” que se conhece, com uma superfície abalada quatro vezes superior à da Europa. Não temos a certeza do rigor de tal avaliação (ver capítulo 4), mas o registo dos efeitos do GTL fora de Lisboa, efetuado por Moreira de Mendonça, permite-nos supor uma superfície afetada pelo terramoto extensa, quer diretamente pelo abalo (parte da Europa e de África) quer pelo movimento das águas (Açores, eventualmente parte da América).

A segunda parte da *História Universal dos Terramotos* termina com a relação dos terramotos (e respetivos efeitos) que se seguiram ao do primeiro de novembro de 1775¹², uma “relação abreviada” segundo o autor, para não pormenorizar muito “uma matéria em que se repetiram tantos factos semelhantes” (Mendonça, 1758: 160). Mesmo assim, a sua descrição do que se passou nos primeiros dias dá conta do carácter excepcional deste acontecimento, sugerindo a existência de numerosas réplicas:

“Em as 24 horas imediatas ao Terramoto esteve a terra com movimento vibratório, quase contínuo, sentindo-se maior de horas a horas. [...] Eu observei este tremor quase contínuo nos primeiros três dias, o que se conhecia melhor nas casas, nas quais senão achava a antiga firmeza. Nos oito dias seguintes ao primeiro de novembro sempre houve repetidos

tremores, uns maiores, outros tão pequenos, que os não sentiam todos”
(Mendonça, 1758: 160-161).

A relação das possíveis réplicas do GTL é exposta no final da parte segunda da *História Universal dos Terramotos*, considerando o período entre 1 de novembro de 1755 e 20 de outubro de 1757.

Moreira de Mendonça nota que no ano de 1757 os tremores de terra passaram a ser “mais pequenos e menos em número”, embora os tenha sentido “todos os meses”. Mas nos meses de setembro e outubro, até à referida data em que termina as “memórias”, mais propriamente a segunda parte da obra, não sentiu nenhum em Lisboa (Mendonça, 1758: 168). De referir que na terceira parte da obra, que será analisada no capítulo 4, Moreira de Mendonça dá conta que ainda se sentiu um tremor de terra “muito violento” no penúltimo dia do ano de 1757 e outros “mais débeis” em janeiro, fevereiro, e março, do ano de 1758 (Mendonça, 1758: 249). Entre as fontes a que recorre para descrever os “muitos tremores de terra, que se seguiram ao primeiro de novembro” (Mendonça, 1758: 160) encontram-se, mais uma vez, a *Gazeta de Lisboa* e a *Gazeta de Madrid*.

Uma réplica ocorrida no dia 24 de abril de 1756 poderá ter sido aquela que, no período após o GTL, fez Moreira de Mendonça decidir escrever uma história (universal) dos terramotos. Pelas duas horas e um quarto da tarde houve (mais) um tremor de terra em Portugal e, depois deste dia, informa que passou a fazer “lembrança” (Mendonça, 1758: 164), ou seja, a registar todos os que sentiu. Acrescente-se que este e todos os outros sismos que Moreira de Mendonça descreve, a partir de 1 de novembro de 1755, quer por testemunho direto quer recorrendo a fontes, são vistos como consequência do próprio GTL, cujos efeitos parecia “não estarem findos” (Mendonça, 1758: 168), como escrevia em outubro de 1758, quando terminou a sua história do terramoto. Em catálogos posteriores, Pereira de Sousa (1928) classificou os sismos ocorridos até 1760 como réplicas do GTL. O catálogo de Oliveira (1986) regista ainda um “forte e extenso” terramoto, com localização “mar oeste”, ocorrido em 31 de março de 1761, que terá provocado três mortos, e considera-o uma “réplica importante de 1755” (Oliveira, 1986: 136).

É também a partir deste dia que as descrições que Moreira de Mendonça faz de cada sismo aparecem associadas a observações sobre as condições meteorológicas antes do e durante o sismo (tempo nublado e/ou chuvoso e/ou ventos fortes), podendo supor-

se que, admitindo uma relação entre o acontecimento sísmico e determinadas condições do tempo, Moreira de Mendonça recolhia dados para verificação dessa relação. Estas condições poderiam integrar um conjunto de evidências para prognosticar terremotos, como nos expõe o autor na dissertação sobre os sinais dos terremotos (na terceira parte da *História Universal dos Terramotos*). Também a ligação do fenómeno sísmico ao fenómeno vulcânico está implícita com várias referências a erupções vulcânicas, tanto na primeira parte da *História Universal dos Terramotos*, como nesta segunda parte. Esta ligação torna-se explícita na dissertação física (analisada no capítulo 4) ao revelar que considera as erupções vulcânicas como efeito dos sismos.

Nesta segunda parte, que nos permite concluir da grande abrangência em termos temporais e espaciais do GTL, continua presente a racionalidade que caracteriza o filósofo natural e que sobressai ao longo de toda a *História Universal dos Terramotos*. Esta racionalidade permitiu a Moreira de Mendonça conduzir, por iniciativa própria, um estudo que, tanto quanto sabemos, resultou no primeiro catálogo sísmico em língua portuguesa. Este catálogo serviu como fonte para estudos de sismicidade histórica posteriores, que a seguir são descritos e analisados, cujos autores (nacionais) recorreram, portanto, à *História Universal dos Terramotos*, como fonte histórica.

TABELA 1.1. Efeitos do terramoto de 1755 fora de Lisboa (território continental nacional). Na coluna dos comentários indicam-se as localidades afetadas pelo tsunami. Extraído de Mendonça (1758: 148-157).

Localidade	Danos/Observações	Comentário
Arredores de Lisboa	Todo o dilatado Termo desta Cidade, que se compõem de mais de 300 lugares, padeceu ruínas nos seus edifícios [...] Morreram [...] 50 pessoas [...].	---
Mafra (Vila)	[...] Viu-se mover aquele sumptuoso Edifício [...] elevando-se, e abatendo-se, e inclinar-se como uma embarcação nas ondas [...] Não teve contudo [O Palácio] ruína considerável [...] Na praça contígua ao Convento se viu uma fenda na terra de um pé de largo. Na Vila ficou muito danificada a Igreja Paroquial de Santo André [...] e algumas casas particulares se arruinaram completamente [...].	---
Cascais (Vila)	Padeceu muito. A Fortaleza e grande parte dos quartéis dos soldados ficaram arruinados. [...] Morreram mais de 300 pessoas.	---
Sintra (Vila)	Caiu a Igreja Colegiada de S. Martinho, e deixou mortos o seu Prior [...] e mais 24 pessoas. [...] Passaram de 73 as pessoas que morreram nesta Vila.	---
Ericeira	Arruinou o Terramoto a maior parte dos edifícios [...] O mar todo o dia esteve fazendo umas ressacas formidáveis, e nas praias levou alguns barcos.	Afetada pelo tsunami
Peniche	Padeceu pouco [...] e morreram só 3 pessoas nas ruínas; mas vendo os seus habitantes vir o mar formado em uma altíssima serra [...] alcançando o mar muita gente, morreram mais de cinquenta pessoas.	Afetada pelo tsunami
Alenquer	Padeceu grandes estragos; nas ruínas da Igreja, e Convento de S. Francisco morreram dois Religiosos, três Noviços e 30 pessoas. Todas as Igrejas padeceram muito, só trinta casas ficaram livres de ruínas [...].	---
Santarém (Vila, a maior de Portugal)	Padeceu bastantes estragos nos seus edifícios [...] porque se viram grandes e profundas fendas no seu recinto, de que saiu areia com fétido de enxofre, prova do sulfúreo terreno sobre que está fundada [...].	---
Alcobaça	O Real Convento de Alcobaça [...] padeceu alguma ruína em parte dos seus soberbos edifícios. Cessou com o tremor de terra a grande corrente de água [...] vem para o dito Convento, e de que se provê toda a Vila.	---
Setúbal (Vila)	A Vila [...] que mais padeceu. O terramoto arruinou a maior parte dos seus templos, conventos e casas. O mar entrou nela com tanta fúria, que derrubou muralhas, e muitos edifícios. [...] Até o fogo se ateou em algumas casas para fazer maior o estrago. Assegura-se que morreram mais de mil pessoas.	Afetada pelo tsunami
Alentejo (Província)	A Província [...] foi a que padeceu mais depois da Estremadura. Todas as vilas vizinhas ao Tejo tiveram muitas ruínas [...] Évora, capital daquela Província, padeceu bastantes ruínas em muitos dos seus grandes edifícios; porém morreu somente uma pessoa.	---
Beira (Província)	Em Coimbra [...] houve a felicidade de não morrer pessoa alguma, posto que tiveram os edifícios bastantes ruínas [...] O movimento da terra foi tão grande que se ouviram tocar várias vezes os sinos. As águas do Mondego se embraveceram de forma que pareciam um mar agitado [...].	---
Minho e Trás-os-Montes (Províncias)	Foram sentidos os abalos da terra e a sua duração, mas [...] muito menos violentos.	---

TABELA 1.1. Efeitos do terramoto de 1755 fora de Lisboa (continuação).

Localidade	Danos/Observações	Comentário
Faro (cidade capital do Reino do Algarve)	Caiu a Igreja Catedral [...] não ficou Igreja, nem casa sem ruínas.	---
Lagos (cidade)	Só ficou em pé o Palácio em que residem os Governadores [...] O Convento dos Carmilitas se arruinou inteiramente com morte de muitos Religiosos.	---
Silves (cidade)	Perdeu [...] ruas inteiras, em cujas ruínas morreu muita gente.	---
Vila-Nova de Portimão	[...] todas as Igrejas (exceto a do Espírito Santo) se arruinaram com morte de muitas pessoas.	---
Loulé (Vila)	Houve tantas ruínas de edificios, que morreram mais de 150 pessoas [...].	---
Albufeira	O mar [...] subiu tantas varas sobre a sua ordinária superfície, que inundou muitos campos, e quando retrocedeu desfez algumas das Fortalezas, que nela havia [...] deixando nos matos grande número de peixes.	Afetada pelo tsunami

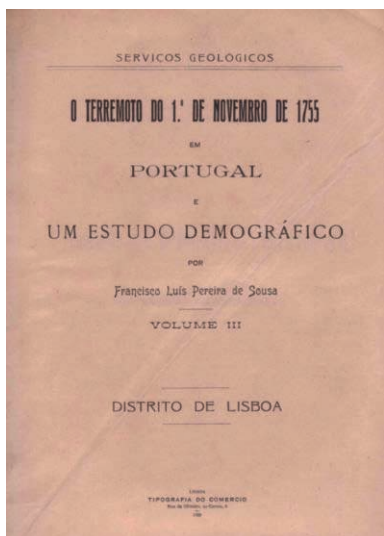
TABELA 1.2. Efeitos do GTL fora de Portugal continental. Na coluna dos comentários destacam-se alguns dos efeitos do GTL na localidade em causa, referidos pelo próprio Moreira de Mendonça ou com recurso a outras fontes (indicadas). Extraído de Mendonça (1758: 157-160).

Localidade	Danos/Observações	Fonte histórica	Comentário
Madrid	[...] Durou oito minutos [...] Dos seus edificios somente caíram duas cruces [...] matou dois rapazes.	Amezua. Carta Philos. Pag.3. Gazeta de Madrid 1755. N.44	---
Sevilha	Padeceu muitas ruínas nos Templos, e edificios. Morreram oito pessoas.	Deel Barco. Carta sobre el Terremoto. Dif. Merc. n.XIV. n.8. Considerações sobre o Terramoto. Pag.287	Moreira de Mendonça comenta que “foi muito encarecida, e falta de verdade uma relação, que se imprimiu dos seus estragos na <i>Gazeta de Lisboa</i> , n.46 de 1755” (Mendonça, 1758: 157).
França	Foi sentido [...] Perto de Angouleme se abriu a terra com estrondo, por cuja abertura saiu uma torrente de areia vermelha, fenómeno que também se observou nas fontes vizinhas a Tânger.	Gazetas de Lisboa 1756 nº15. Considerações sobre o Terramoto. Pag.288	---
Berna, Basileia e Lombardia	Foi sentido [...] mas sem dano algum.	Não referida.	---

TABELA 1.2. Efeitos do GTL fora de Portugal continental (continuação).

Localidade	Danos/Observações	Fonte histórica	Comentário
Haia e Amsterdão (Províncias Unidas)	Foi sentido das onze para o meio dia pelo movimento da água dos canais [...] sem se ter visto tremor algum dos edifícios.	Gazetas de Lisboa 1756 nº15. Consider. sobre o Terramoto. pag.288	---
Templin ¹³	Entre as onze e meio dia, se alteraram as águas dos Lagos Netzo, Muhlgaft, Roddelin e Libbefê, com um ruído espantoso; e pouco depois saíram dos seus limites em tanta abundância, que inundaram os campos imediatos, e havendo permanecido assim alguns minutos, se retiraram depois rapidamente. Este fluxo e refluxo repetiu seis vezes durante o espaço de meia hora, espalhando-se no ar um fétido insofrível.	Gazetas de Madrid 1756 nº1	---
Dinamarca e Noruega	[...] crescimento de água se observou em vários lagos [...].	Gazetas de Madrid 1756 nº3. Considerações sobre o Terramoto. pag.289	Alteração do estado e do nível das águas.
Toeplitz (Boémia)	[...] as águas subiram e mudaram a sua cor natural. De algumas das suas caldas saiu areia vermelha.		
Irlanda	Foi sentido em alguns lugares [...] nas suas costas foram vistas as águas do mar agitadíssimas, como também nas costas de Inglaterra.		
Açores	Foi sentido, e se repetiram os tremores de terra, mas sem dano. O mar fez uns reflexos tão violentos, que puseram na Terceira muitos navios em perigo de naufragar.	Gazetas de Madrid 1756 nº4	No <i>Arquivo dos Açores</i> (1981: 350-352), há referência a destruição do edificado e a uma vítima mortal, na ilha Terceira, na sequência da subida do mar.
África	Padeceu nas povoações marítimas das Costas do Mediterrâneo grandes estragos. A Cidade de Mequinez ficou muito destruída, arruinando-se muitas Mesquitas, Sinagogas e casas [...] Iguais desolações tiveram as cidades de Fez, Marrocos [...] causou o mar grandes estragos entrando pela terra dentro algumas léguas. [...] fez perder as vidas a muitos milhares de pessoas [...] oito léguas distante de Mequinez se abriu a terra, e subverteu uma aldeia [...] e todos seus habitantes [...].	Carta escrita pelo P. Guardião do Conv. de Mequinez impressa em Lisboa 1756. Consider. sobre o Terramoto pag.287	Marrocos foi afetado pelo tsunami.
Ilha das Barbadas (América)	[...] Subiram de repente as águas cinco pés, e tornaram a baixar com o mesmo ímpeto. Este fluxo e refluxo continuou cada quarto de hora [...].	Gazetas de Madrid, 1756, nº21 e de Lisboa, nº6	O tsunami chegou a território americano.

1.2-O catálogo sísmico de Pereira de Sousa (1928)



Na vasta obra de Pereira de Sousa (1870-1931), além de trabalhos sobre a geologia de Angola e do Algarve, fazem parte trabalhos sobre as ocorrências sísmicas no país. A comunicação “Efeitos do terramoto de 1755 nas construções de Lisboa”, em 8 de maio de 1909, cerca de duas semanas depois do terramoto de Benavente, assinalou o início dos estudos sismológicos deste engenheiro de formação, os quais se prolongaram até ao ano da sua morte (mais informação biográfica no apêndice I), deixando incompleto o

quarto volume de uma obra sobre o terramoto de Lisboa de 1755, cuja publicação se iniciara em 1919. Pereira de Sousa foi entretanto responsável pelo catálogo anual dos macrossismos portugueses, publicado nas *Comunicações* dos Serviços Geológicos de Portugal.

Embora as publicações resultantes da investigação sismológica de Pereira de Sousa sejam analisadas de modo mais detalhado nos capítulos 2 e 4, será agora tido em conta o capítulo XII do terceiro volume da referida obra sobre o terramoto de Lisboa de 1755, que Pereira de Sousa dedicou aos “principais sismos no distrito de Lisboa, anteriores e posteriores ao de 1 de novembro de 1755” (Sousa, 1928: 867). Trata-se de um catálogo sísmico de quarenta e sete páginas, onde aparecem com destaque os efeitos dos tremores de terra de 1531, 1755 e 1858, constituindo o de 23 de abril de 1909 (sem descrição dos respetivos efeitos) o limite cronológico final do período abrangido por este catálogo.

Relativamente aos sismos anteriores ao de 26 de janeiro de 1531, Pereira de Sousa compara informação do catálogo de Moreira de Mendonça com outras fontes¹⁴ e quanto a diferenças de datas conclui que “devem merecer mais confiança” (Sousa, 1928: 868) as datas do autor da *História Universal dos Terramotos*. Quanto aos principais sismos entre 1531 e 1755, Pereira de Sousa recorre ao *Anno Historico, Diario Portuguez* e à própria *História Universal dos Terramotos*. Uma terceira fonte, Perrey (1847)¹⁵, permitiu identificar terramotos ocorridos no Norte de Portugal, nos anos de 1751 e 1752, que Moreira de Mendonça não refere. Mendonça (1758) e Perrey (1847)

são as fontes históricas a que Pereira de Sousa recorreu para identificar as réplicas do GTL, num período que, de acordo com a classificação do autor, vai até 1761, ano em que ocorre um terramoto (31 de março)¹⁶ com efeitos em Évora e Beja mas que se estendem numa área que inclui os Açores, a Madeira e Marrocos (Sousa, 1928).

No período posterior à publicação da *História Universal dos Terramotos*, Pereira de Sousa recorre maioritariamente aos jornais, primeiro à *Gazeta de Lisboa* (o primeiro sismo referenciado tendo por base esta fonte é de 26 de agosto de 1778) e depois a outros como *O Patriota*, *A Carta*, *O Lusitano*, *O Estandarte*, *A Revolução de Setembro*, *A Nação*, *O Interesse publico*, *Diario do Governo*, *O Portuguez*, *Jornal do Comercio*, *O Braz Tisana*, *A Patria*, *O Curioso de Setubal*, *O Conimbricense*, *O Futuro*, *A Opinião*, *A Epoca* e *O Nacional*. Neste período que vai até 1909, Pereira de Sousa destacava o terramoto de 11 de novembro de 1858 como “o mais importante” dos vários acontecimentos sísmicos registados depois do de 1755 e cujo estudo (dos efeitos) foi feito com recurso à “leitura dos jornais dessa época” (Sousa, 1928: 903).

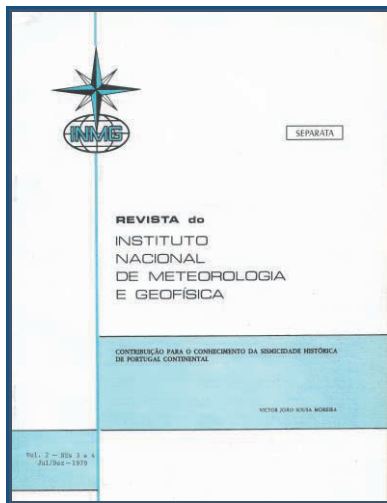
As últimas sete das quarenta e sete páginas que constituem o catálogo de Pereira de Sousa são dedicadas a um resumo dos acontecimentos sísmicos sucedidos em Portugal continental entre 1760 e 1909, na forma de tabela e considerando os seguintes parâmetros: data do sismo, horas, número de abalos, intensidade e onde foi sentido. Há também uma coluna para observações. Pereira de Sousa refere que regista não só acontecimentos que encontrou referenciados em documentos e jornais [são 156, isto sem ter em conta o número de abalos que Pereira de Sousa associa a cada abalo principal], mas também citados pelo já referido Perrey, além de Choffat¹⁷, Galbis¹⁸, entre outros.

Como referido, Pereira de Sousa continuou a publicação do seu catálogo, relativamente aos principais macrossismos, nas *Comunicações dos Serviços Geológicos* (ver capítulo 2), abrangendo um período entre 1911 e 1922. Posteriormente, o Instituto Geofísico de Coimbra iniciou o estudo macrosísmico e, para o efeito, foram distribuídos questionários pelos professores primários das principais regiões sísmicas do continente. Raul de Miranda ficou encarregue de dar continuidade ao trabalho de Pereira de Sousa (Miranda, 1934), o que lhe permitiu caracterizar Portugal continental, quanto à frequência e à intensidade sísmicas, numa publicação que abrangeu o período entre 1923 e 1932 (Miranda, 1933c).

O catálogo de Pereira de Sousa é o primeiro dos catálogos sísmicos que analisamos a ser elaborado no século XX e verificamos que a *História Universal dos*

Terramotos foi uma fonte utilizada. Para o período após 1755, Pereira de Sousa recorreu amplamente à imprensa, a qual vai desempenhar assim uma dupla função no contexto da ciência dos sismos: de divulgação dessa mesma ciência (como mostraremos no capítulo 2) e a de fonte para o estudo da sismicidade histórica. A principal inovação que o catálogo de Pereira de Sousa apresenta relativamente ao de Moreira de Mendonça é a avaliação do grau de destruição (intensidade), tendo por referência uma escala (como descrito no capítulo 4), o que possibilita a comparação de sismos históricos (os únicos considerados em ambos os catálogos sísmicos).

1.3-O catálogo sísmico de Victor Moreira (1979 e 1984)



A *História Universal dos Terramotos* é considerada por Victor João de Sousa Moreira como “o primeiro catálogo de sismos em língua portuguesa” (Moreira, 1984: 5). E acrescenta que, dada a escassa bibliografia disponível, seria “difícil fazer melhor”, isto apesar de “alguns exageros, naturais para a época” (Moreira, 1984: 5). Victor Moreira, então ao serviço do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, assume neste estudo a intenção de “aprofundar o trabalho executado por

Moreira de Mendonça”, informando que, para tal, recorreu “às crónicas dos reis de Portugal e a tratados de História de autores portugueses, espanhóis e franceses”. E lamenta que os cronistas e os historiadores se refiram aos terramotos “com pouco detalhe” (Moreira, 1984: 6).

Apenas os sismos sentidos em Portugal Continental e pertencentes à sismicidade histórica, ou seja, até 1910, são considerados por Moreira (1984). Do “aprofundamento” que efetuou ao catálogo de Moreira de Mendonça, para além das correções já assinaladas na tabela B1 do apêndice B, Victor Moreira identificou oito sismos que não constam na *História Universal dos Terramotos*, num total de trinta e cinco (sem contabilizar réplicas) que descreve como tendo ocorrido antes do GTL. Destes, dois são representados na forma de carta de isossistas (o de 26 de janeiro de 1531 e o de 27 de

dezembro de 1722). A propósito do GTL são apresentadas quatro cartas de isossistas de autores diferentes.

Moreira (1984) recorreu a fontes também utilizadas por Moreira de Mendonça e a fontes mais recentes, como Pereira de Sousa e Galbis Rodriguez, embora estas remetam, por sua vez e como já sabemos, para fontes antigas. Nenhum desses sismos identificados por Victor Moreira e que não constam na *História Universal dos Terramotos* terá estado associado a danos consideráveis. O único sismo (no ano de 1587) com vítimas mortais poderá ter sido confundido com uma tempestade ou um deslizamento de terras, hipótese colocada pelo próprio Victor Moreira com base nos relatos históricos, e, como tal, ser um acontecimento que não justificasse a sua inclusão num catálogo sísmico.

De referir que Victor Moreira já em 1979 publicara um catálogo sobre a sismicidade histórica de Portugal continental, considerando então, para além dos sismos até 1900, também “os dois sismos mais importantes que afetaram o território de Portugal Continental” no século XX, o sismo de 23 de abril de 1909 e o de 28 de fevereiro de 1969 (Moreira, 1979: 131). A lista continha então 26 acontecimentos registados no total, considerando a data, a hora, o local, a intensidade e o epicentro. Tratou-se de uma publicação “rápida”, que o autor informava ter resultado de “pressões de ordem prática, nomeadamente no que se refere à execução de trabalhos preparatórios para instalação de centrais nucleares” (Moreira, 1979: 123) e anunciava pretender futuramente torná-la mais completa.

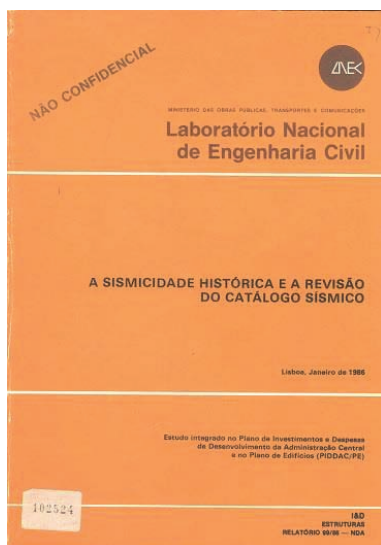
Ao analisar os elementos de sismicidade histórica de Portugal continental, nesta versão de 1984¹⁹, Victor Moreira concluía que o País “tem sido afetado por importantes sismos, cuja origem se localiza em regiões sísmicas ligadas a falhas ativas”²⁰ (Moreira, 1984: 61). O autor utilizou a carta neotectónica de Portugal, de António Ribeiro, para associar os epicentros de sismos históricos a falhas tectónicas assinaladas na carta, constituindo assim uma “carta sismotectónica” (Moreira, 1984: 62), a qual permitia analisar se uma falha apresenta ou não sinais de atividade.

Quanto à ideia de Lisboa ser afetada por sismos de 200 em 200 anos (1344, 1356, 1531 e 1755), adiantada por Moreira de Mendonça (1758: 232), Victor Moreira esclareceu que os sismos ocorridos têm “focos em falhas diferentes” (Moreira, 1984: 63), pelo que a haver alguma periodicidade ela seria relativa a cada foco e, portanto, superior a 200 anos. Por exemplo, admitindo a região sísmica a sudoeste do cabo de S. Vicente como provável responsável pelos sismos de 1356 e 1755, a periodicidade seria

de 400 anos, o que também é apoiado por outros sismos mais antigos (63 a.C. e 382). As “escassas” informações sobre sismos ocorridos na Idade Média não permitem “tirar qualquer conclusão sobre a localização dos respetivos epicentros” (Moreira, 1984: 63).

O catálogo sísmico de Moreira (1984) resultou de um aprofundamento do catálogo sísmico de Moreira de Mendonça, ao qual foram acrescentadas as oito novas entradas já referidas, todas elas constantes no catálogo sísmico que estamos a usar como referência (Oliveira, 1986). Mesmo assim, poderá concluir-se que, na época, o catálogo de sismos sentidos e/ou causadores de danos da autoria de Moreira de Mendonça seria bastante completo, o que, juntamente com a escassez de outras fontes históricas, poderá justificar que mais de dois séculos depois, o Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica promovesse um estudo de sismicidade histórica tendo por base este que foi, provavelmente, o primeiro catálogo sísmico em língua portuguesa.

1.4-O catálogo sísmico de Carlos Oliveira (1986)



Na sequência de estudos patrocinados pelo Serviço Nacional de Protecção Civil e de estudos com vista à implantação de centrais nucleares, tendo como premissa que “uma melhor caracterização da sismicidade histórica será essencial para os estudos de risco sísmico a desenvolver” (Oliveira, 1986: 1), surgiu o catálogo sísmico que estamos a usar como referência. O trabalho de Carlos Sousa Oliveira analisa a informação histórica macrosísmica “relativa aos eventos sentidos no território do Continente e suas vizinhanças dando especial ênfase à zona de Lisboa” (Oliveira, 1986: 2).

Fazem parte do catálogo de Oliveira (1986) todos os sismos conhecidos desde que há referências históricas (século III a.C.) até dezembro de 1983. No período posterior a 1900, são considerados apenas os sismos de intensidade superior a 4 na escala de Mercalli-Modificada (ver apêndice E), por serem aqueles considerados com interesse na perspectiva das aplicações de engenharia. No entanto, trata-se de um estudo que analisa apenas informação histórica macrossísmica, relativa ao território

continental, em especial até 1755. Os resultados deste estudo encontram-se representados na tabela 1.3, a qual destaca os acontecimentos sísmicos associados a mais efeitos destrutivos. A tabela está organizada em função da data de ocorrência, da localidade mais afetada, de observações, e do número de fontes históricas consultadas por Oliveira (1986), especificando se a *História Universal dos Terramotos* se encontra entre elas. Tendo como referência catálogos anteriores, nomeadamente os já referidos Perrey (1847), Sousa (1928) e Rodriguez (1932 e 1940), o catálogo de Oliveira (1986) distingue-se dos anteriores, na medida em que identifica novos sismos, elimina a referência a outros e corrige valores de alguns dos parâmetros característicos (como, por exemplo, a intensidade máxima), para além de introduzir um fator qualidade relativo ao grau de confiança na avaliação de cada parâmetro²¹.

Uma das cento e quatro fontes de informação histórica que permite referenciar dezassete dos oitenta e quatro sismos que constam no catálogo de Oliveira (1986), antes do terramoto de 1755, é o catálogo de Moreira de Mendonça. Num período de três anos anterior ao GTL, nenhum sismo foi identificado enquanto, em igual período de tempo mas posterior, estão registados trinta e um sismos no catálogo de Oliveira (1986), todos tendo como fonte Pereira de Sousa, e classificados por este autor, como já referido, por réplicas (do GTL).

A única fonte utilizada como referência para todos os sismos [66] ocorridos depois do primeiro de novembro de 1755, até ao final do século XVIII, é o já referido (catálogo sísmico de) Pereira de Sousa. Até ao terramoto de 23 de abril de 1909, estão catalogados por Oliveira (1986) duzentos e quarenta e seis sismos no total (oitenta e quatro antes do GTL). Mesmo selecionando apenas sismos com intensidade superior a 4, no período que se segue a 23 de abril de 1909 e que vai até 24 de janeiro de 1983, Oliveira (1986) apresenta uma lista com cento e cinquenta e quatro acontecimentos sísmicos. Ou seja, em menos de um século, foi possível identificar quase o dobro do número total de sismos referenciados até à data de ocorrência do GTL, resultado da escassez de fontes históricas para os acontecimentos sísmicos mais antigos.

Também o número de acontecimentos sísmicos que deram origem a cartas de isossistas²² é crescente. Cerca de 100 páginas do catálogo de Oliveira (1986) são ocupadas por noventa e seis cartas de isossistas (algumas relativas aos mesmos sismos). A partir de informação disponível sobre intensidades em várias povoações, o autor traça as isossistas nas cartas que elabora pela “simples união de pontos de igual intensidade” (Oliveira, 1986: 11). São três os acontecimentos sísmicos que até 1 de novembro de

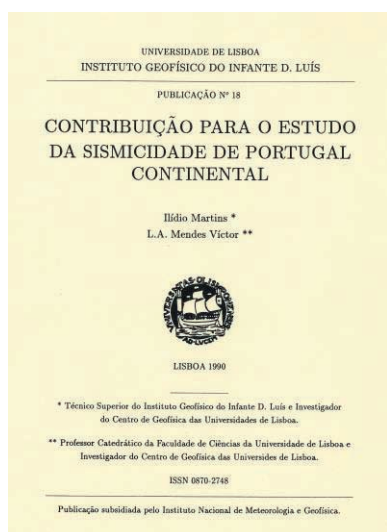
1755, incluindo este, têm os seus efeitos representados na forma de carta de isossistas, dez sismos entre 1 de novembro de 1755 e 23 de abril de 1909, incluindo este, e cinquenta e seis sismos no período que se segue, até 23 de maio de 1980. A representação da intensidade de um sismo na forma de carta de isossistas está necessariamente associada a uma maior disponibilidade de informação sobre os efeitos do sismo.

Uma característica que distingue o catálogo de Oliveira (1986) dos anteriormente analisados é um fator qualidade relativo ao grau de confiança na avaliação de cada parâmetro. Neste catálogo já constam acontecimentos sísmicos que puderam ser registados por instrumentos, mas como o enfoque foi a sismicidade histórica anterior a 1755, foi utilizada apenas informação macrossísmica, a qual é tanto mais abundante quanto mais próxima da atualidade. A informação resultante de instrumentos sismográficos foi objeto de outros catálogos sísmicos, como o que a seguir se apresenta.

TABELA 1.3. Acontecimentos sísmicos associados a vítimas mortais, danos e outros prejuízos, anteriores a 1755. Na coluna dos comentários destacam-se as dúvidas e a disponibilidade de carta de isossistas. Extraído de Oliveira (1986).

Data	Localização	Danos/Observações	Nº de fontes	Comentário
1344	Benavente	Caiu a Capela Mor da Sé e Paços contíguos; gentes e casas arruinadas.	9, incluindo Moreira de Mendonça	Dúvida no mês.
1353	Silves	Arruinada a maior parte da cidade.	2	Dúvida no mês.
1356 (24 de agosto)	Mar (SW)	Caiu novamente a Capela Mor da Sé. Tocaram os sinos por si. Muita ruína em edifícios e gentes. Muitas réplicas. Duração de 15 minutos, por 2 vezes.	10, incluindo Moreira de Mendonça	---
1512 (28 de janeiro)	Lisboa	Caíram 200 casas na Costa do Castelo e o Mosteiro da Rosa. Morreram 2000 pessoas. “Choveu sangue”.	3	---
1531 (26 de janeiro)	V.F.Xira	1500 casas destruídas. Grande número de pessoas mortas. Tejo agitado. Perda de barcos. Muita atividade sísmica. Réplicas.	19, incluindo Moreira de Mendonça	Primeiro sismo do catálogo representado na forma de carta de isossistas (Oliveira, 1986: 23-25).
1587 novembro	Loulé	Morreram 170 pessoas; vila arruinada; subversão da rua de Portugal.	3	Dúvida no dia.
1719 (6 de março)	Mar (Portimão)	Arruinaram-se uma igreja, torre dos sinos, paredes exteriores das casas mais altas, torre da muralha. Ruído subterrâneo. Eclipse da luz. Duração de 3 a 4 minutos.	7, incluindo Moreira de Mendonça	---
1722 (27 de dezembro)	Mar (SW)	Caíram igrejas, mosteiros, torres e um grande número de casas. Muitas mortes. Os sinos tocaram por si. Duração de um Avé Maria (cerca de 8 a 15 segundos).	7	Carta de isossistas disponível (Oliveira, 1986: 26-27).

1.5-O catálogo sísmico de Ilídio Martins e Mendes Víctor (1990)



O catálogo apresentado com a designação “Contribuição para o estudo da Sismicidade de Portugal Continental”, de Ilídio Martins e Mendes Víctor, resulta de um estudo de mais de 3 mil sismos, tendo o Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica fornecido dados e facultado os necessários meios financeiros. Na apresentação do catálogo, o então diretor do Instituto Geofísico do Infante D. Luís, José Pinto Peixoto, justificava a importância do trabalho publicado pelo “valor científico intrínseco”, como suporte do “planeamento de grandes estruturas” e para a “elaboração de normas de proteção civil das populações” (Martins e Víctor, 1990: s. p.).

O interesse maior dos autores do estudo recaiu na magnitude dos sismos, o único parâmetro avaliado em todos os sismos. A magnitude constitui uma medida para comparar sismos a nível mundial baseada na amplitude das ondas sísmicas registadas nos sismogramas²³. Como o catálogo de Martins e Víctor (1990) abrange sismos históricos e sismos instrumentais, para aqueles, que não foram objeto de sismogramas, foi utilizada uma tabela apresentada por Bath (1958, citado em Martins e Víctor, 1990: i) para a determinação da magnitude, relacionando os valores numéricos da magnitude, intensidade, aceleração e energia.

No catálogo de Martins e Víctor (1990), o GTL está classificado com uma magnitude de 8,5 e o TB com uma magnitude de 7,6. Há sismos históricos anteriores, incluídos no catálogo de Moreira de Mendonça, como o de 63 a.C. e o de 33 a.C., com magnitude igual ou superior, respetivamente, ao de 1755. Este parâmetro não está, no entanto, homogeneizado, tendo em atenção que foram utilizadas “várias fontes” (Martins e Víctor, 1990: i). Este catálogo foi elaborado com recurso a vinte e cinco fontes, incluindo boletins e catálogos sísmicos de Portugal, Espanha e Marrocos, entre os quais os referidos catálogos de José Galbis Rodríguez (1932 e 1940) e de Carlos Oliveira (1986).

Em 2001, os autores fizeram uma atualização do catálogo, acrescentando mais réplicas mas mantendo a lista de sismos até 1989 (Martins e Víctor, 2001). Também

mantêm um mapa com a distribuição dos sismos em Portugal e “zonas adjacentes”, mas agora, para além dos epicentros, considerando a respetiva magnitude (cada epicentro é representado por um círculo cuja dimensão corresponde a uma de quatro categorias, correspondentes às magnitudes 4, 5, 6 e 7). Embora os autores não façam uma interpretação do referido mapa, torna-se evidente que a origem dos sismos de maior magnitude se concentra, em terra, na região de Lisboa e Setúbal e, no mar, numa região situada a sudoeste de Lisboa, em pleno Oceano Atlântico, cerca de um quarto da distância à ilha da Madeira.

O catálogo de Martins e Vítor (1990) é o primeiro dos catálogos sísmicos que analisamos em que a sismicidade é estudada tendo por base um parâmetro que é essencialmente instrumental, embora este parâmetro possa também ser medido indiretamente a partir de informação não instrumental (como foi feito para os sismos históricos). Este estudo de sismicidade permitiu identificar as regiões de Portugal e adjacentes onde se concentraram, no passado, os epicentros correspondentes aos sismos de maior magnitude. Num catálogo com estas características não seria de esperar que Moreira de Mendonça fosse uma fonte privilegiada, mas mesmo assim os autores utilizaram fontes que sabemos terem utilizado Moreira de Mendonça como fonte histórica.

1.6-Estudos de sismicidade histórica nos Açores

O primeiro sismo descrito por Moreira de Mendonça que afetou o território dos Açores ocorreu em 1522 (como se pode verificar na tabela B1 do apêndice B). A ilha que mais sofreu os efeitos foi a de S. Miguel, tendo Vila Franca do Campo, com exceção de um “arrabalde”, sido “enterrada” por um monte próximo, o que terá provocado mais de cinco mil vítimas mortais (Mendonça, 1758: 51-52). Nesse mesmo ano nasce Gaspar Frutuoso (1522-1591), que mais tarde vai descrever o acontecimento do seguinte modo:

“[...] na era de mil e quinhentos e vinte e dois anos e vinte e dois de outubro da dita era, sendo [...] menos de duas horas antemanhã, não havendo sinais do céu, nem da terra, [...] estando o tempo sereníssimo, sem fazer bafo de vento que então era levante, estando o céu estrelado e claro, sem aparecer

nuvem alguma, se sentiu em toda a ilha um grandíssimo e espantoso tremor de terra, que durou por espaço de um Credo, em que parecia que os elementos, fogo, ar e água, pelejavam no centro dela, fazendo-a dar grandes abalos, com rancos e movimentos horrendos [...] principalmente sobre Vila Franca quebrou grande quantidade de falda de um monte, do pé da serra, que está sobre ela; e alagando-a e cobrindo-a de terra, lodo e alguns grandes penedos, da banda do norte, totalmente a subverteram. Em uma só triste noite foram acabadas muitas vidas e ficou tudo tão coberto, que nem nobres casas, nem altos edifícios, nem sumptuosos templos, nem nobres e vulgares pessoas pela manhã apareceram, ficando tudo raso e chão, sem sinal nem mostra onde vila estivesse [...] Da ribeira para a parte do oriente, onde estava a vila, tudo foi assolado [...]" (Frutuoso, 2005: 279-280).

Este cronista nascido em Ponta Delgada, como referido, no ano em que ocorreu o terramoto em Vila Franca (ilha de S. Miguel), trabalhou nas *Saudades da Terra* até ao ano da sua morte, em 1591, mas em especial no decorrer da década de oitenta²⁴. A sua obra *Saudades da Terra* constitui uma referência no que diz respeito ao estudo do vulcanismo e da sismicidade histórica dos Açores.

O sismo que mais vítimas mortais terá provocado nos Açores a seguir ao de Vila Franca (ilha de S. Miguel), em 1522, não consta no catálogo de Moreira de Mendonça. Trata-se de um sismo que afetou Calheta (ilha de S. Jorge) em 9 de julho de 1757, tendo como consequência “mais de um milhar de vítimas”²⁵ (Agostinho, 1955: 3). Estes dois sismos constam numa lista de “erupções nos Açores” de Friedlaender (1934), na qual são identificados acontecimentos vulcânicos e sísmicos ocorridos em cada uma das ilhas do arquipélago dos Açores, utilizando como fontes desta lista o *Arquivo dos Açores*, uma obra em 15 volumes editada entre 1887 e 1959, e trabalhos originais de Francisco Afonso Chaves (1857-1926), diretor dos serviços meteorológicos dos Açores. Friedlaender (1934: 39) refere a existência de “duas grandes cinturas de vulcões, a do Pacífico e a mediterrânea”, associando os referidos acontecimentos ao facto dos Açores pertencerem “a esta última”.

As fontes de informação primárias, como *Saudades da Terra* e *Arquivo dos Açores*, foram utilizadas numa Base de Dados Sísmicos dos Açores (Universidade dos Açores), que cobre o período de tempo desde a descoberta e povoamento do arquipélago, a partir da qual foi elaborado o catálogo sísmico da região dos Açores de

Nunes, Forjaz e Oliveira (2004). Este estudo que se concentrou no período 1850-1998 permitiu concluir que são as ilhas São Miguel, Terceira e Faial que registam uma maior sismicidade e as ilhas Flores e Corvo menor.

Num outro estudo de sismicidade da região dos Açores, tendo por base a sismicidade histórica e atual nos Açores, Nunes (1998: 115) identifica três tipos de atividade sísmica: “sismo”, “crise sísmica” e “associada ao vulcanismo”. A atividade do tipo “sismo” caracteriza-se por um choque principal, enquanto a “crise sísmica” designa a atividade que se “inicia com sismos muito fracos, e que vão aumentando em frequência e intensidade”. A maior parte das crises sísmicas terá origem vulcânica, embora algumas erupções vulcânicas não estejam aparentemente associadas a crises sísmicas mas a sismos contínuos. As crises sísmicas estão normalmente associadas a danos materiais sem vítimas, uma vez que as pessoas abandonam as casas na primeira fase da crise (Nunes, 1998).

Da atividade de intensidade destrutiva nos Açores, anterior a 1755, analisada por Nunes (1998)²⁶, destacam-se dezassete acontecimentos com características de erupção e crise sísmica, que são apresentados na tabela 1.4, tendo em conta a data, as localidades mais afetadas, o tipo de sismicidade e os danos associados. Dez destes acontecimentos são descritos por Moreira de Mendonça, a partir de Lisboa, na sua *História Universal dos Terramotos*. Num período que se estende do século XVI ao século XX, a análise da atividade histórica, sísmica e vulcânica, dos Açores, permite concluir que ela “concentra-se nos Grupos Central e Oriental” (Nunes, 1998: 115) e que apresenta “características cíclicas”, pois a períodos de “quiescência” seguem-se períodos de maior “atividade” (Nunes, 1998: 122).

Também com base na sismicidade dos Açores, segundo uma abordagem em que os fenómenos sísmicos e vulcânicos estão associados a acidentes tectónicos, Agostinho (1955) definiu cinco zonas de risco sísmico para o arquipélago: zonas sujeitas a sismos de origem tectónica de grande intensidade, como são as partes orientais das ilhas de S. Miguel, Terceira, S. Jorge e Faial; zonas sujeitas a abalos sísmicos violentos mas de área reduzida em cada caso, como a parte central da Terceira; zona sujeita a abalos de origem fora da ilha, mas que atingem certa violência dentro da ilha, como em toda a ilha de Santa Maria; zonas sujeitas a paroxismos denunciadores de atividade latente nos vulcões ainda ativos do arquipélago, como nas partes ocidentais das ilhas de S. Miguel, Terceira, S. Jorge, Pico e Faial; ilhas onde não parece necessário adotar medidas anti-sísmicas, como Flores e Corvo (Agostinho, 1955: 3).

O autor de um catálogo sísmico já analisado neste capítulo, Pereira de Sousa, caracterizava a sismicidade do arquipélago dos Açores do seguinte modo:

“Enquanto aos tremores de terra nas ilhas adjacentes, sendo vulcânicos e acompanhados, às vezes, de saída de lava e outras manifestações vulcânicas [...] tendo sido frequentes no século XVI, XVII e até meados do século XVIII, diminuíram depois muito de intensidade, o que é indicativo de maior estabilidade d’esta região do Atlântico” (Sousa, 1909: 296).

Tendo origem no mesmo oceano onde se encontram as ilhas dos Açores, Pereira de Sousa colocou como hipótese que a região onde têm origem os terremotos que afetam Lisboa estivesse “mais envelhecida e, portanto, mais estável e tranquila” (Sousa, 1909: 296). Mas num estudo mais recente que utilizou os catálogos sísmicos da região dos Açores para produzir uma listagem de 9827 sismos, ocorridos entre 1522 e 1998, a análise estatística efetuada revelou que as taxas médias de ocorrência de sismos sentidos por ano, no período anterior ao século XX, durante o século XX até 1990, e após 1990 foram, respetivamente, de 0,032, de 100,2 e de 584,7, um crescimento que se deve a um “aumento da capacidade de deteção das redes sismográficas” (Sousa, Martins, Nunes e Oliveira, 2001: 104). Estes resultados parecem mesmo assim contrariar a ideia de estabilidade defendida por Pereira de Sousa. Quanto às lacunas encontradas nos diferentes catálogos da região dos Açores, os autores suportam a ideia de que “estudos futuros de macrossismicidade poderão melhorar a quantidade e a qualidade da informação sobre a sismicidade da região dos Açores” (Sousa, Martins, Nunes e Oliveira, 2001: 104).

Dos estudos de sismicidade relativos à região dos Açores que analisámos podemos concluir que esta se distingue da sismicidade do território nacional continental pela associação com a atividade vulcânica. Embora sejam numerosos os terremotos ocorridos nos Açores registados e descritos por Moreira de Mendonça, a obra de Gaspar Frutuoso (século XVI) não foi utilizada como fonte (primária), na distante capital do Reino, por Moreira de Mendonça, nem a *História Universal dos Terramotos* foi, tanto quanto apurámos, uma referência importante para os estudos recentes sobre sismicidade histórica da região dos Açores.

TABELA 1.4. Crises sísmicas e erupções vulcânicas nos Açores anteriores a 1755. Na coluna das observações é indicado se o(s) respetivo(s) acontecimento(s) consta(m) na *História Universal dos Terramotos (HUT)*. Extraído de Nunes (1998).

Data	Localidades/ilhas mais afetadas	Tipo de sismicidade e danos	Observações
1547	NW da Terceira	Crise	---
1562	Prainha do Norte (Pico)	Erupção	<i>HUT</i>
1563	Lagoa do Fogo (S. Miguel)	Erupção A maior parte das casas da Ribeira Grande, da Lagoa e de Água de Pau destruídas pela atividade sísmica.	
1571 jun/jul	Banco D. João de Castro	Crise Sismos sentidos na parte leste da ilha Terceira (com danos materiais) e na parte oeste da ilha de S. Miguel.	---
1580	Queimada (S. Jorge)	Erupção Morreram 14 pessoas, apanhadas por uma nuvem ardente quando tentavam salvar alguns dos seus haveres.	<i>HUT</i> , mas sem precisar o número de vítimas mortais.
1591 jul/ago	Vila Franca do Campo (S. Miguel)	Crise Danos materiais em Vila Franca do Campo.	<i>HUT</i>
1630	Furnas	Erupção	
1638	W de Ferraria (S. Miguel)	Erupção submarina	
1647	Angra do Heroísmo	Crise	---
1652	Pico do Fogo	Erupção A atividade sísmica destruiu 60 casas na Vila da Lagoa.	<i>HUT</i>
1672	Cabeço do Fogo (Faial)	Erupção A atividade sísmica iniciou em 10 de setembro de 1671 e prolongou-se até 1 de maio de 1672.	
1682	Fossa Hironnelle	Erupção submarina O vulcão submarino era avistado das ilhas Terceira e S. Miguel. Antes da erupção sentiu-se um sismo de grande intensidade.	---
1698 out/nov	Ilha Terceira	Crise	---
1713	Ginetes	Crise	---
1718	Santa Luzia e S. João (Pico)	Erupção As erupções começaram após uma série de sismos de grande intensidade.	---
1720	Soldão (Pico)	Erupção	<i>HUT</i> , um terramoto ocorrido de 7 para 8 de dezembro.
1720 (8/10 dez)	Banco D. João de Castro	Erupção submarina O vulcão submarino era avistado das ilhas Terceira e S. Miguel. Sismos sentidos nas ilhas Terceira e S. Miguel.	

1.7-Outros estudos mais recentes de sismicidade histórica

Dos catálogos sísmicos já analisados, elaborados em épocas diferentes, merece destaque o de Moreira de Mendonça, por ser o mais antigo e um dos primeiros a nível mundial, provavelmente o primeiro em língua portuguesa. De forma direta ou indireta, os catálogos elaborados posteriormente relativos ao território continental utilizam a *História Universal dos Terramotos* como fonte. Analisamos de seguida a influência do catálogo de Moreira de Mendonça em estudos de sismicidade histórica mais recentes e que conduziram a catálogos sísmicos mais específicos (no que diz respeito ao período abrangido, à área geográfica ou a um tipo de efeito).

A sismicidade histórica em Portugal focando o período medieval foi o objeto de estudo de Costa e Fonseca (2007). Estes autores recorreram primeiro a fontes impressas (tendo então em conta a *História Universal dos Terramotos*, de Moreira de Mendonça) e, numa segunda fase, a fontes manuscritas. É esta investigação das fontes manuscritas que confere um carácter inédito ao estudo de Costa e Fonseca (2007), no qual os autores denunciam o uso excessivo de obras impressas, como se de fontes primárias tratassem, para o período medieval.

Dos trinta e sete acontecimentos sísmicos identificados por Costa e Fonseca (2007) a partir das referidas fontes, entre os anos 718-737 (primeiro acontecimento) e 1528 (último acontecimento) do período considerado, treze são coincidentes com acontecimentos descritos por Moreira de Mendonça. No entanto, a maioria dos vinte e quatro acontecimentos não descritos por Moreira de Mendonça são exclusivamente resultado da investigação de fontes posteriores à *História Universal dos Terramotos* e apenas quatro são baseados em fontes documentais coevas do período medieval. Os quatro acontecimentos são em 1321 (9 de dezembro), 1357, 1512 (28 de janeiro) e 1528 (12 de março), sendo que no de 1321 Moreira de Mendonça terá interpretado mal o *Livro da Noa*, que refere seguir (Mendonça, 1758: 44), e assinala este terramoto como tendo ocorrido em 1320.

Dos dezasseis acontecimentos sísmicos identificados com base em fontes manuscritas do período medieval, a consulta do *Livro da Noa* contribuiu para doze, pelo que Costa e Fonseca (2007) destacam a influência deste manuscrito do mosteiro de Santa Cruz de Coimbra na historiografia portuguesa dos terramotos. Trata-se de um texto escrito ao longo dos séculos XII a XIV, que inclui pequenos registos dos primeiros terramotos conhecidos, alguns dos quais (de 1309, 1318, 1321, 1337, 1347, 1355 e

1356) apresentados e transcritos em Dias (2005). Moreira de Mendonça utilizou o *Livro da Noa* como fonte para a *História Universal dos Terramotos* (como se pode verificar na tabela B1 do apêndice B), assinalando todos estes terramotos, embora o do ano 1321 como tendo ocorrido em 1320, provavelmente por um erro de interpretação da referida fonte coeva.

As más interpretações também podem ocorrer por falta de confronto com as fontes documentais. Um único documento contemporâneo (carta do papa Clemente VI) do terramoto de 1344, não localizado até à data, não impediu a descrição de consequências do terramoto, como a que é feita por Moreira de Mendonça (constando na *História Universal dos Terramotos*) com base em descrições de autores anteriores, e que se mantém em autores posteriores, a ponto de se criar uma “tradição histórica” (Costa e Fonseca, 2007: 7-8).

A fonte do acontecimento sísmico de 1512 é uma obra escrita no cair do pano do período medieval, que não foi utilizada por Moreira de Mendonça, a “Miscellanea [...] & variedades de histórias, costumes, casos & coisas que em seu tempo aconteceram”, de Garcia de Resende (1470-1536). Esta fonte descreve, com algum pormenor, o terramoto de 26 de janeiro de 1531, atestando a violência dos seus efeitos (Dias, 2005: 135-139). Este terramoto motivou uma comunicação de Pereira de Sousa à Academia das Ciências de Lisboa, em 3 de abril de 1930, o qual, depois de analisar várias fontes, incluindo Garcia de Resende, conclui concordar com Moreira de Mendonça no sentido de que o terramoto de 1531 terá sido “um pouco mais forte em Lisboa” que o de 1755, tendo em atenção “a grandeza da cidade” em cada época (Sousa, 1930b: 328). E lembra Pereira de Sousa que antes de 26 de janeiro terão ocorrido abalos premonitórios, sendo o mais sentido em 7 de janeiro, tal como Moreira de Mendonça (citado por Pereira de Sousa) referencia, o que terá contribuído para que o número de mortos não fosse ainda maior.

Moreira de Mendonça também é citado num outro catálogo sísmico a propósito de dois sismos (1719 e 1722) que ocorreram antes de 1755 e provocaram bastante destruição no Algarve. As descrições encontram-se numa história da sismicidade antes de 1755, incluída na obra sobre o terramoto de 1755, no Algarve, editada pelo respetivo Centro Ciência Viva (Costa, Andrade, Seabra, Matias, Baptista e Nunes, 2005), que apresenta uma lista de treze sismos (os maiores) sentidos até ao terramoto de 1755. A principal referência desta lista que dá conta que o terramoto de 1755 não foi o único acontecimento sísmico associado a efeitos destrutivos nesta região do país é o catálogo sísmico de Oliveira (1986). O próprio Moreira de Mendonça já havia concluído que a

região do Algarve “padeceu grandes estragos com o Terramoto por ser uma Costa do Oceano sujeita aos seus efeitos”, o que já acontecera “em outras ocasiões” (Mendonça, 1758: 155).

A *História Universal dos Terramotos* também foi uma fonte utilizada por Baptista e Miranda (2005) para referenciar cinco (nos anos -60, 1504, 1531, 1691 e 1722) dos sete tsunamis conhecidos que terão ocorrido antes do tsunami de 1755 (e com referência na tabela B1 do apêndice B), agora num estudo de sismicidade associado a tsunamis. Os dois tsunamis não compendiados por Moreira de Mendonça têm origem nos sismos de 382 e 1522, os quais, no entanto, constam na *História Universal dos Terramotos*, o primeiro associado à “subversão de ilhas” (Mendonça, 1758: 26) e o segundo a um “dilúvio” (Mendonça, 1758: 52). A fonte utilizada por Baptista e Miranda (2005) para referenciar o tsunami do ano 382 é, porém, a mesma que a usada por Moreira de Mendonça (*Monarquia Lusitana*, de Frei Bernardo de Brito).

O catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005) abrange o território de Portugal continental e os arquipélagos da Madeira e dos Açores, e um período de tempo até à atualidade. Num período equivalente ao considerado por Moreira de Mendonça após o GTL (e até 1758), constam mais cinco ocorrências deste tipo de efeito de um sismo com origem no fundo do mar. Todos têm como referência Rodríguez (1932), o qual utiliza a *História Universal dos Terramotos* como fonte, mas o reduzido número de referências históricas²⁷ a estes cinco eventos no mar, resultantes de outros tantos acontecimentos sísmicos, tornam a sua ocorrência pouco fiável. A propósito do acontecimento sísmico de 1755, Moreira de Mendonça é citado cinco vezes por Baptista e Miranda (2005).

Todos os três estudos específicos de sismicidade histórica que analisámos nesta secção, relativos ao período medieval, à região dos Açores e a um efeito em particular dos terramotos com origem no fundo do mar (tsunami), realizados já na primeira década do século XXI, fazem referência à *História Universal dos Terramotos*, revelando mais uma vez a sua importância para o estudo da sismicidade histórica em Portugal continental.

1.8-Considerações finais

O catálogo sísmico de Moreira de Mendonça pode ser considerado uma obra moderna, no sentido que apresenta evidências a suportar uma tese: a do terramoto como fenómeno natural. A *História Universal dos Terramotos* mostrou que o fenómeno sísmico tinha uma abrangência que ultrapassava em muito os limites da capital do Reino, ou seja, mostrou que se tratava de um fenómeno muito mais frequente e global para que a sua causa pudesse resultar de um castigo divino a um grupo de pessoas menos devotas de uma determinada povoação. No período em que ocorreram as réplicas do GTL, Moreira de Mendonça revelou uma atitude ainda mais racional ao assumir, a partir de determinada data, ele próprio, o registo das ocorrências sísmicas. Arriscamos mesmo afirmar, tendo em atenção este registo sistemático do estado do tempo associado ao acontecimento sísmico, que Moreira de Mendonça tinha uma hipótese de trabalho que investigava com base nas observações que registava.

O recurso à *Gazeta de Lisboa* e à *Gazeta de Madrid*, jornais contemporâneos do GTL, bem como a outras fontes nacionais e estrangeiras, mostra que Moreira de Mendonça estava atualizado. Mas há acontecimentos sísmicos a que a *Gazeta de Lisboa* se refere (como os que foram sentidos em Torre de Moncorvo, em 1751 e 1752) que não constam na *História Universal dos Terramotos*, como revelou o estudo de aprofundamento que Moreira (1984) levou a cabo a partir desta fonte histórica. Um estudo de sismicidade histórica nunca está completo, uma vez que podem surgir novas fontes históricas ou novas interpretações das existentes.

A informação do tipo que Moreira de Mendonça nos fornece sobre os danos provocados pelo sismo permite avaliar as regiões afetadas e elaborar mapas com áreas de igual intensidade sísmica, como Pereira de Sousa fez e como se faz nos dias de hoje, permitindo uma comparação entre sismos históricos. Graças a esta informação histórica, é ainda possível comparar sismos históricos com sismos que são avaliados com recurso a instrumentos, como acontece no catálogo de Martins e Víctor (1990).

Os catálogos sísmicos que analisámos, posteriores ao de Moreira de Mendonça e que focaram os efeitos dos sismos no território nacional continental (a tabela 1.5 permite uma comparação destes catálogos sísmicos, em função do período e do território abrangidos, e dos parâmetros que cada autor considera), assim como outros estudos de sismicidade histórica considerados (Costa e Fonseca, 2007; Costa, Andrade, Seabra, Matias, Baptista e Nunes, 2005; Baptista e Miranda, 2005), utilizaram a

História Universal dos Terramotos como fonte histórica. A exceção é o catálogo sísmico de Martins e Víctor (1990) que, no entanto, utiliza o de Oliveira (1986) como fonte, pelo que indiretamente também tem em conta a *História Universal dos Terramotos*.

Uma outra tendência verificada é que os sucessivos estudos de sismicidade histórica utilizaram como fonte os catálogos sísmicos já disponíveis: Pereira de Sousa (1928) utilizou a *História Universal dos Terramotos* como fonte, entre outras; Moreira (1979 e 1984) aprofundou o trabalho de Moreira de Mendonça e utilizou Pereira de Sousa como fonte, entre outras; Oliveira (1986) utilizou Moreira (1979) como fonte, entre outras; Martins e Víctor (1990) utilizaram Oliveira (1986) como fonte, entre outras.

Relativamente aos dois catálogos analisados que abrangem o período da sismicidade instrumental, verifica-se que o de Oliveira (1986) tem maior enfoque na intensidade (e nas cartas de isossistas), utilizando exclusivamente informação resultante de fontes históricas, enquanto o de Martins e Víctor (1990) caracteriza todos os sismos que apresenta (a maior lista de todos os catálogos considerados, quanto ao número de acontecimentos sísmicos identificados) em função da magnitude e, portanto, de informação que obtém diretamente por via de instrumentos sismográficos (os mais recentes) e indiretamente por via histórica (os mais antigos).

Os catálogos sísmicos de Mendonça (1758), Sousa (1928), Moreira (1979 e 1984), Oliveira (1986), Martins e Víctor (1990) e Nunes, Forjaz e Oliveira (2004) revelam a existência de sismicidade no território português continental e insular (não muito intensa, nem muito frequente quando analisada no contexto mundial). Uma sismicidade que é conhecida há milénios, umas vezes com efeitos catastróficos, outras vezes apenas sentidos e, a partir do início do século XX, também registados em aparelhos, mesmo quando não sentidos. No período correspondente à sismicidade histórica, também foi possível verificar que o número de sismos referenciados aumenta à medida que nos aproximamos do presente, o que está relacionado com uma maior disponibilidade de fontes históricas. Recorrendo às fontes que utilizamos, elaborámos a tabela 1.6, uma lista dos sismos em território nacional com maior número de vítimas mortais após 1755, considerando as localidades mais afetadas, a intensidade máxima e o número de vítimas mortais, e a fonte histórica onde estão referenciados.

Esta lista, considerando apenas os acontecimentos sísmicos com mais vítimas mortais (3 ou mais), revela que o fenómeno sísmico ocorreu, com maior ou menor

frequência, com maior ou menor intensidade, tanto no território continental como no insular (Açores). Dela constam nove acontecimentos sísmicos, dos quais três ocorreram no continente (um, ocorrido em 31 de março de 1761, é ainda considerado réplica do GTL) e seis nas ilhas dos Açores. A atividade sísmica foi sentida em especial nas regiões de Lisboa e do Algarve²⁸, no continente, e, ao nível insular, sobretudo no Grupo Central e Oriental do arquipélago dos Açores, onde existe uma associação entre a atividade sísmica e a atividade vulcânica. Sabemos hoje que a sismicidade do território nacional deriva do seu enquadramento geotectónico que, no caso dos Açores, se caracteriza pela sua localização na junção tripla das Placas Euroasiática, Norte Americana e Africana (Nunes, Forjaz e Oliveira, 2004).

O conhecimento que resultou dos estudos de sismicidade histórica sobre a periodicidade e a distribuição geográfica dos sismos, no território nacional, tem sido importante para a gestão do risco sísmico ao nível da construção. Exemplo desta abordagem, em épocas diferentes, foram os catálogos sísmicos de Pereira de Sousa (1928), um engenheiro que foi integrado nos Serviços Geológicos e, mais recentemente, de Oliveira (1986), ao serviço do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (que, como referido, utiliza Pereira de Sousa como fonte histórica). Assim, num país com sismicidade, é de admitir a necessidade da realização de estudos dedicados à compreensão do fenómeno sísmico, ao risco sísmico e a técnicas de construção, que sabemos existirem pelo menos desde 1755. Após cada sismo com consequências mais desastrosas, a necessidade era sentida (literalmente!) e o desenvolvimento da ciência dos sismos era publicamente reclamado.

TABELA 1.5. Caracterização dos catálogos relativos a sismos que afetaram Portugal continental. Na coluna dos comentários, destaca-se o número de sismos compendiados e a abordagem seguida para os caracterizar. Fontes: Mendonça (1758), Sousa (1928), Moreira (1979 e 1984), Oliveira (1986) e Martins e Víctor (1990).

Autor/ Instituição (data)	Período abrangido	Área geográfica abrangida	Parâmetros considerados	Comentários
Moreira Mendonça (1758)	Até 1758	Globo terráqueo	Ano (por vezes mês, dia) e intensidade (sem escala).	Catálogo cronológico e essencialmente descritivo (dos efeitos de cada terramoto).
Pereira de Sousa/ Serviço Geológico (1928)	Até 1909 (por períodos: antes de 26 de janeiro de 1531, entre 1531 e 1755, após 1755 até 1761 -réplicas do de 1755, entre 1761 e 1796, entre 1796 e 1858 e após 1858 e antes de 1909 – Benavente)	Distrito de Lisboa (embora sejam referidos terramotos com efeitos noutras regiões). Para os sismos entre 1760 e 1909, a área abrangida é Portugal continental.	Para os sismos entre 1760 e 1909: data do sismo, horas, nº de abalos, intensidade (com base na escala de Mercalli, de 1909, de XII graus), onde foi sentido, observações (se fez estrago, se houve ruído...).	Catálogo cronológico e essencialmente descritivo (dos efeitos de cada terramoto). No final, Pereira de Sousa apresenta uma “relação da maior parte dos sismos sucedidos em Portugal continental de 1760 a 1909”, na forma de tabela.
Victor Moreira/ Inst. Nacional de Meteorologia e Geofísica (1979 e 1984)	Até 24 de novembro de 1910	Portugal continental	Intensidade (escala de Mercalli modificada, de 1956) por localidade, nos sismos de 1531, 1722, 1755, 1858 (19 de março e 11 de novembro) e 1909, com as respetivas cartas de isossistas.	Catálogo cronológico e essencialmente descritivo (dos efeitos de cada terramoto).
Carlos Oliveira/ Laboratório Nacional de Engenharia Civil (1986)	Até 24 de janeiro de 1983, mas focando essencialmente sismos históricos ocorridos até 1755	Portugal continental	Data de ocorrência, hora, coordenadas do epicentro, local do epicentro, magnitude (escala de Richter, obtida a partir do traçado das cartas de isossistas), intensidade (escala de Mercalli modificada, versão de 1956), zona ou localidade do epicentro.	Estão registados 401 terramotos, cronologicamente e na forma de tabela, 84 dos quais anteriores ao de 1 de novembro de 1755. Considerados apenas os sismos de intensidade superior a 4 (escala Mercalli-Modificada). Fator qualidade associado a cada parâmetro.
Ilídio Martins e Mendes Víctor/ Inst. Geofísico do Infante D. Luís e Centro de Geofísica, da Univ. Lisboa, e Instituto Nac. de Meteorologia e Geofísica (1990)	Até 20 de dezembro de 1989, considerando sismos históricos e instrumentais	Portugal Continental	A magnitude é o parâmetro caracterizado em todos os sismos apresentados, considerando ainda, ano, mês, dia, hora, minuto, segundo, latitude e longitude, profundidade.	Estão registados 3244 terramotos, cronologicamente e na forma de tabela, 91 dos quais anteriores ao GTL. As fontes incluíram boletins sísmicos de estações sismográficas.

TABELA 1.6. Sismos ocorridos em Portugal continental e Açores depois de 1755, com maior número de vítimas mortais. Os comentários têm em atenção se o acontecimento sísmico está compendiado noutros catálogos sísmicos. Adaptado de Moreira (1984), Oliveira (1986) e Nunes, Forjaz e Oliveira (2004).

Data	Localidades mais afetadas	Intensidade máxima/Observações	Fonte	Comentário
1757 (9 julho)	Calheta (S. Jorge)	Intensidade XI 1046 vítimas mortais	Nunes, Forjaz e Oliveira (2004: 351)	Moreira de Mendonça termina a <i>História Universal dos Terramotos</i> em 20 de outubro de 1757, e não faz referência a este terramoto.
1761 (31 março)	Porto, Coimbra, Évora, Beja e Lisboa	Intensidade VIII 3 vítimas mortais	Oliveira (1986: 155)	Consta no catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005: 45-46). O tsunami também foi observado no Reino Unido e na Irlanda.
1837 (21 janeiro)	Guadalupe e Santa Cruz (Graciosa)	Intensidade IX? 3 vítimas mortais	Nunes, Forjaz e Oliveira (2004: 351)	---
1852 (16 abril)	Ribeira Grande (S. Miguel)	Intensidade VIII 9 a 12 vítimas mortais	Nunes, Forjaz e Oliveira (2004: 351)	---
1858 (11 novembro)	Setúbal, Santo André e Melides	Intensidade IX Sentido em todo o território continental Morreram seis pessoas em Setúbal, uma em Lisboa e uma em Vila Franca de Xira	Moreira (1984: 48-49), que cita <i>A Nação</i> , de 12 de novembro de 1858	Epicentro provável no mar. Não consta no catálogo de tsunamis de Baptista e Miranda (2005).
1909 (23 abril)	Benavente, Samora e Santo Estevão	Intensidade IX O abalo provocou 46 mortos e 75 feridos, todos na região epicentral	Moreira (1984: 54-61), com referência a Choffat e Bensaúde (1912) e a Galbis Rodriguez (1932)	Moreira (1984) apresenta registos obtidos nas estações sismográficas de Stuttgart e de Leipzig e refere que este sismo “conduziu à instalação da estação sismográfica de Lisboa no ano seguinte”.
1926 (31 agosto)	Horta (Faial)	Intensidade X 9 vítimas mortais	Nunes, Forjaz e Oliveira (2004: 351)	---
1980 (1 janeiro)	Doze Ribeiras (Terceira)	Intensidade VIII/IX 61 vítimas mortais	Nunes, Forjaz e Oliveira (2004: 351)	Consta no catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005: 48).
1998 (9 julho)	Ribeirinha (Faial)	Intensidade VIII/IX 8 vítimas mortais	Nunes, Forjaz e Oliveira (2004: 351)	---

-
- ¹ A sismicidade pode ser definida como a ocorrência de sismos no espaço e no tempo (Bolt, 1978: 228).
- ² Os catálogos de sismos históricos têm em comum o recurso a dados descritivos obtidos através da observação humana, compilando informação importante para avaliação dos sismos que não consta nas tradicionais listas de tremores de terra (só com data e localização). Com a introdução dos catálogos informatizados, foi necessário converter estes dados em parâmetros. Por isso, os catálogos sísmicos modernos constituem sistemas de informação nos quais os dados são apresentados “de forma crítica e agrupados de acordo com níveis de investigação ou segundo uma hierarquia lógica previamente estabelecida” (Guidoboni, 2002: 775).
- ³ O primeiro catálogo conhecido de sismos históricos, segundo Guidoboni (2002), foi escrito em 1457 por G. Manetti, mas foi o catálogo de M. Bonito (1691) que se tornou a referência dos catálogos da Europa moderna, pela erudição histórica e literária apresentada, e por uma abordagem não limitada por fronteiras (a lista inclui terramotos ocorridos no Japão e na América Latina). O primeiro catálogo sísmico mundial foi realizado por J. Zahn, em 1696 (Bezzeghoud, 2012), constituindo uma fonte que foi utilizada por Moreira de Mendonça.
- ⁴ O catálogo sísmico de Moreira de Mendonça foi utilizado como fonte por Solares e Rodríguez (2002: 209), um catálogo sísmico atual sobre a sismicidade histórica da Península Ibérica (não incluindo, portanto, a sismicidade instrumental).
- ⁵ Sabemos que Moreira de Mendonça testemunhou os acontecimentos do terramoto de 1755, em Lisboa, tendo descrito que apesar do “temor do fogo”, não se afastou das casas, de modo a salvar o Cartório do Tombo da Câmara, que, na altura, e de acordo com as suas palavras, “está a meu cargo” (Mendonça, 1758: 121). Este funcionário régio não chegou a escrever uma “História de Lisboa”, como pretendia, para incluir particularidades dos efeitos do GTL, que considerava não estarem terminados à data da publicação da *História Universal dos Terramotos* (Moreira, 1984).
- ⁶ A Congregação do Oratório foi fundada em Roma por S. Filipe Nery, em 1564. Em Portugal, foi instituída pelo padre Bartolomeu do Quental, pregador e confessor de D. João IV. A aprovação papal dos respetivos Estatutos data de 1672. Os padres oratorianos tiveram papel preponderante no ensino, durante o século XVIII, participando nas reformas pedagógicas do marquês de Pombal. Após a expulsão da Companhia de Jesus (1759) por ordem do próprio marquês, foram os oratorianos que passaram a ocupar, como Ordem religiosa, no ensino nacional, o lugar dos jesuítas (Carvalho, 2008).
- ⁷ A Real Casa de Nossa Senhora das Necessidades resistiu ao terramoto de 1755, sendo na altura ainda designada por Hospício das Necessidades, uma doação de João V à Congregação do Oratório de Lisboa e que constituía uma extensão do Convento do Espírito Santo. Com a destruição deste Convento, e enquanto duraram as obras de reedificação, os oratorianos de Lisboa juntaram-se no Convento das Necessidades, uma união que recebeu o estatuto de “Casa” (Oliveira, 1992). Entretanto, já D. João V provera o Hospício das Necessidades de “uma escolhida e rica livraria” (Ribeiro, 1871:179).
- ⁸ Georges-Louis Leclerc (1707-1788), mais conhecido por conde de Buffon, foi um naturalista francês, inicialmente dedicado à Física e à Matemática (Zittel, 1901) e que completou em vida 36 volumes da obra *História Natural*, de natureza enciclopédica e dedicados ao reino animal e mineral. Foi o *savant* “provavelmente mais conhecido e certamente mais lido”, como referido no sítio da internet dedicado à sua obra (<http://www.buffon.cnrs.fr/>), influenciando todo o pensamento de história natural da segunda metade do século XVIII.
- ⁹ Benito Jerónimo Feijoo e Montenegro (1676-1764) foi um monge beneditino que se destacou como um dos primeiros defensores do Iluminismo na Península Ibérica. Uma das principais obras foi *Teatro crítico universal* (1726), de caráter enciclopédico e traduzida para várias línguas europeias, utilizada por Moreira de Mendonça como fonte para a *História Universal dos Terramotos*. Uma outra obra da sua autoria foi *Cartas eruditas* (1742), também utilizada como fonte por Moreira de Mendonça, na parte da *Dissertação Física* (ver capítulo 4). Defensor da eletricidade como causa dos terramotos (Oldroyd *et al*, 2007).
- ¹⁰ Athanasius Kircher (1601 ou 1602-1680) foi um padre jesuíta alemão cujas pesquisas na área das ciências da terra conduziram à publicação de *Mundus Subterraneus* (1664), uma obra que pode ser vista como um primeiro esforço de descrição da Terra numa perspetiva física. Kircher apresentou um modelo da estrutura interna da terra baseado em cavidades onde se desenvolvem fogos e associadas aos vulcões ativos (testemunhou erupções do Stromboli, do Etna e do Vesúvio). Através da ligação a outros padres jesuítas, pode questionar mineiros e concluir do aumento regular da temperatura com a profundidade (Zittel, 1901).
- ¹¹ A propósito do território português, Buffon referia que “os tremores de terra são frequentes nos Açores” (Buffon, 1747: 516).
- ¹² Aquilo que hoje se designa por réplicas, ou seja, abalos que se seguem a um de maior intensidade, quando se considera uma série de sismos ocorridos num determinado período de tempo e num determinado volume da crosta terrestre (Bolt, 1978: 225).

-
- ¹³ Cidade situada a 12 léguas de Berlim e a 30 do mar Báltico (Mendonça. 1758: 158).
- ¹⁴ Pereira de Sousa faz referência à *Revista Popular*, ao *Anno Historico* e a Navarro-Neumann, um autor seu contemporâneo que escreveu no *Boletim da Real Sociedade Espanhola de História Natural* e que sabemos também ter escrito na *Brotéria* (ver apêndice F).
- ¹⁵ Perrey, A. (1847). *Sur les Tremblements de Terre de la Peninsule Ibérique*. Présenté à la Societé Royale D'Agriculture, Histoire Naturelle et Arts Utiles de Lyon. Julho de 1847.
- ¹⁶ Como já referido, este terramoto consta na lista de sismos que causaram danos, mortos e outros prejuízos, em Oliveira (1986), o catálogo sísmico que usamos como referência. É descrito como um “abalo forte e intenso” (intensidade VIII) com registo de “3 mortos” (Oliveira, 1986: 155), sendo os locais afetados Porto, Coimbra, Évora, Beja e Lisboa. Também constam nas *Philosophical Transactions* três comunicações de estrangeiros sobre este terramoto, uma delas dando conta que foi igualmente sentido na ilha da Madeira, onde “apenas fez ruir algumas rochas” (Carvalho, 1997: 44-45).
- ¹⁷ Choffat, P. (1904). Les tremblements de terre de 1903 en Portugal. *Comunicações do Serviço Geológico*, tomo V, pp. 279-306.
- ¹⁸ Rodriguez, J. G. (1932 e 1940). *Catalogo sísmico de la zona comprendida entre los Meridianos 5° E. y 20° W. de Greenwich y los Paralelos 45° y 25° N*. Tomos I e II. Madrid: Direccion General del Instituto Geografico Cadastral y de Estadística.
- ¹⁹ Há uma reedição em 1991 de 150 exemplares, que incorpora no texto as correções que são assinaladas numa errata, na edição de 1984.
- ²⁰ Moreira, Correia e Silva (1989) anunciaram numa comunicação terem concluído da existência de duas sequências de sismos, as quais tinham em comum terminar em abalos que atingiram elevadas intensidades: uma abrangendo 1722 (Loulé), 1751 (Moncorvo) e 1755, e outra 1856 (Loulé), 1858 (Moncorvo) e 1858 (Setúbal), o que sugeria que esses abalos eram precedidos por “acumulação de tensões numa área apreciável” (Moreira, Correia e Silva, 1989: 64).
- ²¹ Oliveira (1986) introduz um fator qualidade na data de ocorrência, na hora, nas coordenadas do epicentro, na magnitude e nas intensidades máximas, com estados que variam entre “a” e “c” ou entre “a” e “d”, correspondendo “a” ao estado de informação mais correta e, portanto, de maior confiança. De referir ainda que, neste catálogo, a magnitude é estimada a partir do traçado de cartas de isossistas.
- ²² Isossistas são linhas representadas numa carta para separar um nível de intensidade sísmica de outro (Bolt, 1978: 226). Para mais informação, ver o capítulo 3.
- ²³ Para mais informação sobre a magnitude, ver o capítulo 3.
- ²⁴ Na edição de 1966 do Instituto Cultural de Ponta Delgada, a “Notícia Biográfica do Dr. Gaspar Frutuoso”, escrita por Rodrigo Rodrigues, em 1922, apresenta o Padre Doutor Gaspar Frutuoso (o título de “doutor”, em Teologia, terá sido obtido na Universidade de Évora, depois do bacharelato na Universidade de Salamanca) como o primeiro cronista insulano, que representa plenamente o tipo do humanista da Renascença, enciclopédico e observador atento dos fenómenos naturais. Muitas descrições são tão detalhadas, que deverão ser o resultado de observações diretas (Frutuoso, 1966; Pinto, 2003).
- ²⁵ Nunes *et al* (2004) especificam 1046 vítimas mortais.
- ²⁶ Utiliza duas fontes em que também é autor, uma em preparação na altura e a outra: Costa Nunes, J; Martins A. e Oliveira, C. (1986). *Sismicidade histórica e instrumental do Arquipélago dos Açores – Catálogo preliminar*. Report LNEC/INMG.
- ²⁷ Por exemplo, supostos tsunamis terão ocorrido em 21 de dezembro de 1755 e em 3 de janeiro de 1756, mas estes fenómenos estão referenciados apenas numa fonte, neste caso em Rodriguez (1932), um catálogo institucional de um autor espanhol (Baptista e Miranda, 2005: 45).
- ²⁸ Tal como no sul do país, hoje sabemos de uma maior intensidade sísmica no sul da Europa, sendo exemplo desta situação a localidade de Messina, em Itália, que em 28 de dezembro de 1908 foi devastada por um terramoto que provocou 120 mil mortos e danos numa área alargada (ver apêndice F). Para além de Portugal, destacam-se países como a Turquia, a Grécia, a (antiga) Jugoslávia, a Itália e a Espanha com elevado número de mortos devido à ocorrência de terremotos (Bolt, 1978).

CAPÍTULO 2 – A comunicação pública sobre os terremotos

“Ao desdobrarmos os jornais científicos em várias etapas encontramos neles reflexos da cultura e do tempo em que foram produzidos” (Nunes, 2001: 31).

No capítulo anterior concluiu-se que Portugal teve manifestações de sismicidade ao longo da sua história. Esta particularidade do território continental e insular permitiu que se estabelecesse uma cultura popular e científica sobre os sismos, que se foi manifestando através de materiais impressos que circularam durante o período que consideramos para esta história da sismologia em Portugal: de 1755 até meado do século XX. Neste capítulo, analisaremos o conteúdo de publicações de natureza periódica e de projetos editoriais de matriz enciclopédica, bem como de manuais escolares, com o objetivo de conhecer manifestações da cultura sobre os sismos e, em especial, caracterizar quem e o que se difundia sobre os sismos no período considerado.

No período longo que consideramos, de 1755 até meado do século XX, os suportes informativos que analisaremos enquadram-se em três contextos histórico-filosóficos culturais distintos: as Luzes e a Filosofia Natural (século XVIII), a instituição da ciência e o desenvolvimento do utilitarismo científico (século XIX), a investigação científica e a especialização do conhecimento (século XX). O tempo histórico como focus de abordagem foi uma opção metodológica¹ que nos permitiu abranger fontes impressas contemporâneas de acontecimentos sísmicos (e das suas repercussões) que consideramos significativos para uma história da sismologia em Portugal, e que serão analisadas tendo em atenção os referidos contextos culturais.

A imprensa periódica² generalizou-se na Europa das Luzes do século XVIII, permitindo então a difusão de conhecimentos e dos princípios iluministas. Embora não sendo exclusivas de associações, as revistas apareceram ligadas a sociedades, as quais, regra geral, tinham como ponto de partida uma causa comum a um grupo de indivíduos. Foi também no século das Luzes que o caráter utilitário da ciência levou à proliferação das enciclopédias, dos dicionários, dos jornais e das revistas de divulgação científica, contribuindo para a difusão dos conhecimentos a um público mais alargado e para a diminuição das “distâncias” entre centro e periferia (Hof, 1995). É neste contexto que surge, ainda no século das Luzes, o *Jornal Enciclopédico*, lançando em Portugal “a matriz dos periódicos de índole enciclopedista” (Nunes, 2001: 56).

Mas foi só após 1834 que se verificou, em Portugal, um surto de publicações periódicas, o qual pode ser relacionado com a liberdade de opinião herdada do constitucionalismo e que permitia debater na imprensa os problemas que o País vivia. Estes problemas interessariam a uma elite constituída, precisamente, por aqueles que reuniam as condições literárias e económicas necessárias para adquirir regularmente os jornais (Tengarrinha, 1989). Apesar do alargamento do ensino público, a taxa de analfabetismo no século XIX ainda era muito elevada. Graças à publicação do Anuário Estatístico do Reino de Portugal, a partir de 1877, sabemos que em 1878 não sabiam ler nem escrever 82,4% da população portuguesa³. Até ao final desse século, fizeram-se mais dois recenseamentos, o que permitiu diagnosticar uma ligeira melhoria na taxa de analfabetismo: 79,2% em 1890 e 78,6% em 1900 (Carvalho, 2008). À data da ocorrência do terramoto de Benavente, mais de três quartos da população portuguesa não tinha competência para ler as notícias sobre os efeitos deste evento.

Uma vez que o ensino tem uma dimensão de comunicação pública e científica, os manuais escolares utilizados no ensino liceal também serão tidos em conta para a presente análise da cultura científica sobre os sismos. Pouca atenção tem sido dada ao que se designa por “ciência e cultura popular”, consideram Pandora e Rader (2008), porque num quadro ainda dominante em história da ciência em que os cientistas criam primeiro o conhecimento genuíno e, depois, os divulgadores passam uma versão atenuada para um público passivo, tal não é relevante para a produção de conhecimento. Mas o público não é um espectador passivo dos avanços da ciência, considera Bensaude-Vincent (2009), que sugere que se estudem as circunstâncias que levaram a uma clara distinção entre os produtores e os divulgadores de ciência, incluindo o papel dos professores, tendo em atenção que há uma continuidade entre o processo de produção de conhecimento e o processo da sua comunicação.

As publicações de divulgação da ciência dos sismos que vamos então analisar neste capítulo podem ser classificadas em imprensa generalista (as notícias sobre sismicidade divulgadas nos jornais), a imprensa de popularização científica e de conhecimento útil ao alcance de todos (as explicações sobre o fenómeno sísmico nos projetos de natureza enciclopédica) e os manuais de ensino, em circulação desde 1755 até à primeira metade do século XX (abrangendo portanto o período pós-terramoto de 1909). Como o objetivo do capítulo é caracterizar a difusão de uma cultura popular e científica sobre os sismos, também se teve naturalmente em conta as publicações de instituições de carácter técnico-científico nacionais (Academia das Ciências de Lisboa,

Instituto de Coimbra, Serviços Geológicos e Associação dos Engenheiros Civis Portugueses) e as revistas *A Terra* (Coimbra) e *Açoreana* (Açores), dois casos singulares, respetivamente no panorama editorial nacional e regional, pela especificidade do seu âmbito nas ciências da terra e na geofísica.

Na análise destas fontes procurámos determinar que terremotos foram merecedores de divulgação e que explicações e relações foram estabelecidas e divulgadas ou ensinadas, fazendo também a confrontação com publicações internacionais que deram atenção ao tema. A análise das publicações de carácter técnico-científico permitiu ainda conhecer os indivíduos e as instituições que, em Portugal, divulgaram a ciência dos sismos, assim como tendências nos estudos desenvolvidos no âmbito dessa ciência. Nas publicações contemporâneas do século XX no âmbito da geofísica⁴, e considerando que a geofísica engloba a sismologia, as publicações foram também analisadas de modo a determinar a relevância dada à ciência dos sismos, em Portugal, relativamente aos outros ramos da geofísica.

2.1-Da *Gazeta de Lisboa* à imprensa diária generalista que se inicia na segunda metade do século XIX: relatos de sismicidade

De um modo geral, a influência da imprensa periódica dos séculos XVII e XVIII foi relativamente reduzida, com um público limitado aos elementos de uma elite instruída. Devido às dificuldades nas comunicações e nas relações postais, a circulação dos jornais também era reduzida e a relação com o leitor “ténue” (Tengarrinha, 1989:119). Por exemplo, a *Gazeta de Lisboa*, o periódico contemporâneo do terremoto de 1755, teria uma tiragem de cerca de 1500 exemplares, alguns dos quais distribuídos por assinantes. Mas nestes contavam-se “cafés, bilhares, casas de pasto, boticas, onde eram vários os leitores por cada exemplar e onde se fazia, mesmo, leitura em voz alta para grupos” (Tengarrinha, 1989: 119), pelo que se pode concluir que a influência do jornal ultrapassaria o reduzido universo daqueles que o pagavam.

Foi no contexto das Luzes que surgiram os periódicos de divulgação de conhecimentos científicos (como o já referido *Jornal Enciclopédico*), mas é após 1834 e com o liberalismo português que a imprensa periódica desenvolve-se. Acompanhando as reformas da instrução pública, a ciência e a técnica tornam-se produtos vendáveis (Nunes, 2001). Neste novo contexto destacam-se os periódicos literários e científicos

como *O Panorama*, que se apresenta no primeiro número (maio de 1837) como um jornal literário e instrutivo da Sociedade Propagadora dos Conhecimentos Úteis, e um rival jornalístico, a *Revista Universal Lisbonense*, que se apresenta no primeiro número (outubro de 1841) como um jornal de crónica judicial, artística, científica, literária, agrícola, comercial e económica de todo o mundo. Estes periódicos especializados diferenciam-se dos outros jornais, como *A Nação* (1847) e *Jornal do Comércio* (1853), não tanto pela periodicidade (que era semanal), mas mais pelas matérias que apresentam e pelo modo como as desenvolvem, tendo características mais próximas da revista (Tengarrinha, 1989).

Na segunda metade do século XIX, mais precisamente no final de 1864, apareceu o *Diário de Notícias*, um jornal que fez da informação um negócio e que contribuiu para a afirmação do papel do jornalista nas redações dos jornais, então dominadas por políticos e escritores (Miranda, 2005). Em 1881, em pleno contexto de propaganda republicana, foi fundado *O Século*, jornal que se tornou importante por conta da profundidade da sua informação e por incluir páginas de suplementos. *O Século* chegou a ser o segundo jornal de maior tiragem, atrás do *Diário de Notícias* que, entretanto, se tornara no jornal de maior difusão em Portugal, com 26 mil exemplares de tiragem média, ainda antes do aparecimento da primeira máquina rotativa nas tipografias, em 1890 (Rodriguez, 1996). A partir de 1903, o jornal *O Século* editou uma revista semanal, a *Ilustração Portuguesa*.

Os periódicos que apresentamos (*Gazeta de Lisboa*, *O Panorama*, *Revista Universal Lisbonense*, *Jornal do Comércio*, *A Nação*, *Diário de Notícias*, *O Século* e *Ilustração Portuguesa*) foram contemporâneos de pelo menos um dos três sismos de maior intensidade ocorridos em território nacional continental (1755, 1858 e 1909), no período que estamos a considerar. Estes periódicos são agora analisados tendo em atenção as referências que fizeram à sismicidade.

2.1.1-*Gazeta de Lisboa* (1715)

A *Gazeta de Lisboa* surgiu em 1715, com o fim de prestar “informações sobre o Governo e sobre o estrangeiro” (Rodriguez, 1996), um periódico oficial⁵ que seria lido essencialmente em Lisboa. Segundo Belo (1999), o facto do público a quem se destinava ter “vivido” o fenómeno e ser dele conhecedor, justificaria a brevidade da notícia publicada cinco dias depois do GTL, em 6 de novembro de 1755, sobre a recuperação, de entre as ruínas, dos cofres da fazenda real. No número seguinte, a

mesma brevidade, agora para referir o restauro e arrumação da torre do Tombo, onde se guardava o arquivo real do Reino. Só na edição de 20 de novembro de 1755 vamos encontrar uma notícia mais descritiva, embora relativa aos efeitos do sismo no Algarve:

“Não se pode referir sem lágrimas o deplorável estado em que se deixou todo o Reino do Algarve o formidável terramoto que padeceu no primeiro dia do corrente, porque em todo ele não houve Cidade, Vila, Fortaleza, Lugar ou Aldeia, que não experimentasse mais ou menos ruína. Principiou-se a sentir-se pelas nove horas da manhã, e durou perto de um quarto de hora [...]” (*Gazeta de Lisboa*, 1755, 47: 375).

Das oito páginas da edição, cerca de metade são agora dedicadas aos efeitos do GTL, e não apenas algumas linhas como acontecera nas edições anteriores. Até meado de 1756, este periódico semanal vai manter o tema atual, mas não de modo regular e destacando sempre mais as consequências do GTL fora de Lisboa (Algarve, Castelo de Vide, Guimarães, Alenquer, Linhares, Mafra e Ericeira), e mesmo fora do país, do que em Lisboa. Por exemplo, na edição de 6 de maio de 1756, os efeitos em Mazagão (atualmente, El Jadida, em Marrocos) são descritos numa página e meia, com referência à abertura de “bocas em vários sítios”, à entrada do mar “dentro do terreiro da Praça” e a “muita gente” perdida (*Gazeta de Lisboa*, 1756, 18: 142-143).

Em 1809, a *Gazeta de Lisboa* mudou a sua periodicidade de trissemanal (na altura) para diária, pouco depois do primeiro jornal publicado com essas características, o *Diário Lisbonense* (Tengarrinha, 1989) e entre 1868 e 1976 manteve de modo permanente a designação *Diário do Governo* surgida no início do governo liberal, em 1820. É com esta designação que o periódico noticia os efeitos do sismo de 11 de novembro de 1858, em várias localidades, logo no dia seguinte, graças às “partes dadas pelos comandantes dos telégrafos”, embora a interrupção de algumas linhas, incluindo o “fio direto do Porto”, não tenha permitido que a notícia abrangesse todo o território nacional. Na comunicação oficial ao Rei, do próprio dia mas só incluída na edição de 13 de novembro, o governador civil justificava que as diligências que tinha de adotar, em conformidade com a situação, não lhe deixavam tempo para prestar informação detalhada sobre o terramoto (*Diário do Governo*, 1858, 268).

Quando ocorreu o terramoto de 1909, já circulavam periódicos surgidos na segunda metade do século XIX com características adequadas para a divulgação mais

detalhada e atempada dos efeitos da sismicidade, e que teremos em atenção depois de analisar outros que surgiram primeiro.

2.1.2-*O Panorama* (1837) e a *Revista Universal Lisbonense* (1841)

Na introdução do número de abertura da revista *O Panorama*, o escritor e historiador Alexandre Herculano, então redator principal da revista, justificava a necessidade de um jornal que “derramasse uma instrução variada” e destinado a “todas as classes de cidadãos”, ou seja, um resumo de todo o conhecimento humano então já disponível em livros, ao alcance de todas as classes sociais e que permitisse recuperar o atraso da nação portuguesa relativamente a outras nações onde a ciência ganhava diariamente um “caracter de unidade” (*O Panorama*, 1837, 1: 2). No que diz respeito a conhecimentos sobre sismos, e num período considerado entre 1837 e 1868, merecem destaque dois textos: “Efeitos do terramoto da Calábria em 1783” (na edição de 12 de agosto de 1837) e “Terramotos em Portugal” (na edição de 14 de abril de 1838). O primeiro é uma descrição de efeitos do terramoto da Calábria em 1783, ocupando pouco mais de meia página, e o segundo um pequeno catálogo com cerca de uma página e meia, dos sismos ocorridos em Portugal, até ao de 1755. De referir que durante as três décadas seguintes, a revista não voltou a dar atenção ao tema, mesmo após o sismo de 11 de novembro de 1858, que afetou o território continental, em especial a região de Setúbal.

A *Revista Universal Lisbonense*, um outro periódico literário e científico do século XIX que teve a colaboração de “escritores distintos”, no seu número de abertura informou que publicaria toda a notícia da qual pudesse “resultar crédito, instrução ou outro qualquer aproveitamento para portugueses” (*Revista Universal Lisbonense*, 1841, 1: 1). No que diz respeito a notícias sobre sismos e num período considerado que foi de 1841 a 1853, ou seja em pouco mais de uma década (ver tabela 2.1, no final da secção), a atenção dedicada ao tema dos sismos foi manifestamente superior à de *O Panorama*.

Aos sismos ocorridos em território nacional e internacional é dada atenção em ambos os periódicos especializados considerados (embora no caso de *O Panorama*, apenas a sismos históricos), principalmente à descrição da sua ocorrência e dos respetivos efeitos a nível socioeconómico. A *Revista Universal Lisbonense* inclui também alguns artigos em que os sismos são objeto tendo em atenção aspetos científicos, nomeadamente ao nível da explicação do fenómeno: citando Humboldt e um

“geólogo moderno”, seria o movimento de uma massa em fusão interna e coberta por uma crosta sólida que provocaria os abalos.

TABELA 2.1. Notícias sobre sismos na *Revista Universal Lisbonense* (1841-1853).

Título da notícia e data da publicação	Observações
Tremor de terra (18 de agosto de 1842)	Nove linhas para dar conta de um “pequeno” tremor de terra sentido nos arredores de Lisboa, com a queda de duas “casinhas” na zona de Cascais.
Tremor de terra (2 de fevereiro de 1843)	Três linhas para dar conta de um tremor de terra sentido em Lisboa “levíssimo e de mui pouca duração”.
O Homem e a natureza (7 de setembro de 1843)	Meia página com a descrição de tremores de terra que aconteceram em Angra de Heroísmo, por ocasião do dia de S. João e dias seguintes, e que converteram as festas em “penitência e preces”.
Tremor de terra (20 de junho de 1844)	Sete linhas para descrever um abalo, sentido em Faro, que não passou de um susto “por não haver repetição”.
Tremor de terra (28 de novembro de 1844)	Três linhas para dar conta de um tremor de terra sentido em Coimbra, sem “produzir ruína”.
Ciências Naturais (26 de fevereiro de 1846)	Dois páginas e meia dedicadas à análise de “Cosmos” de A. Humboldt (continuação do nº31, de 22 de janeiro de 1846). Este autor considera os “fluidos elásticos” situados a “enorme profundidade por baixo da crosta sólida do globo” como responsáveis pelos abalos “leves” e pelos abalos “tremendos”, assim como pelas explosões que se anunciam pelo “ruído subterrâneo”.
Tremores de terra (23 de dezembro de 1847)	Uma página dedicada ao fenómeno dos tremores de terra, motivada pelos abalos sentidos no decorrer desse mês. São eventos ordinários em comparação com o terramoto de 1755, que é visto como um acontecimento extraordinário. A ciência do fenómeno “está na infância”, mas a sua causa poderá estar numa crosta sólida do globo que envolve uma massa em fusão, pelo que “o mais pequeno movimento interior basta para produzir um abalo violento”. Esta explicação é de um “geólogo moderno”, citado mas não identificado. O “santo fogo da Religião” ainda motiva as autoridades a “mandar proceder a preces públicas”, como informa o autor do texto.
Ainda os tremores de terra (20 de janeiro de 1848)	A propósito dos abalos sentidos em Lisboa, cuja causa poderia não estar perto da cidade, são apresentados, em cerca de um quarto de página, exemplos de abalos sentidos em França e nas ilhas do Caribe, bem como novas erupções no Vesúvio, no decorrer do mesmo período.
Tremores de terra (7 de dezembro de 1848)	Referência que ocupa vinte e duas linhas a terramotos ocorridos em Espanha e na ilha de S. Miguel, no mês anterior e já no mês de dezembro.
Tremores de terra (23 de maio de 1850)	Notícia de quatro linhas sobre abalos em Messina (Itália) e em Smyrna (Turquia).
Terramoto e fenómeno atmosférico (17 de outubro de 1850)	Descrição de dois fenómenos (o do terramoto e o atmosférico), em cerca de um quarto de página, os quais ocorreram com três dias de diferença, na zona de Argel.
Tremores de terra (31 de julho de 1851)	Dezasseis linhas dedicadas aos efeitos de “amiudados tremores” ocorridos nas Antilhas francesas durante o mês de junho.
Terramoto nos Açores (13 de maio de 1852)	Em quase meia página são descritos os efeitos de um terramoto ocorrido em 16 de abril, na ilha de S. Miguel, com vítimas mortais e manifestações de religiosidade, incluindo preces e procissões.
Notícia oficial do terramoto de S. Miguel (17 de junho de 1852)	Notícia escrita pelo governador civil, que ocupa quase duas páginas, a propósito do terramoto de 16 de abril, com uma descrição mais detalhada dos efeitos nos edifícios e vítimas, bem como das providências que tomou.
Terramoto de Santiago de Cuba (5 de janeiro de 1853)	Em vinte e duas linhas é noticiada a ocorrência de um terramoto em Santiago de Cuba, “mais violento” que um outro ocorrido três meses antes e quando a população enfrentava uma epidemia que provocava diariamente vítimas.
Terrível terramoto no arquipélago índio (2 de junho de 1853)	Com base na imprensa estrangeira, descrição que ocupa um quarto de página de um terramoto (“oscilação vertical”) ocorrido em 26 de novembro em Banda Neira e Great Banda (Indonésia), cujas povoações foram também “submergidas”. Referência ao facto de um vulcão situado nas proximidades permanecer “tranquilo”.

2.1.3-*Jornal do Comércio* (1853) e *A Nação* (1847)

Em 11 de novembro de 1858, à data de ocorrência do único sismo do século XIX com vítimas mortais em território continental, foi pela “leitura dos jornais” (Sousa, 1930a: 6) que Pereira de Sousa fez o estudo do terramoto, em especial *A Nação* (1847) e *Jornal do Comércio* (1853), dois jornais de Lisboa e que foram publicados até ao início do século XX (ver tabela 2.2). O estudo das informações veiculadas por estes jornais permitiu a Pereira de Sousa concluir que a “distribuição da intensidade sísmica, em Setúbal e Lisboa, se fez do mesmo modo que no terramoto de 1755” e que essa distribuição era “função da natureza e distribuição do solo”, sendo os bairros referenciados com maior destruição aqueles “construídos sobre aluviões” (Sousa, 1928: 903).

A propósito do terramoto de 1858, verificamos que os jornais utilizados por Pereira de Sousa para estudar a intensidade em Lisboa e Setúbal apresentam essencialmente notícias sobre os efeitos do sismo. Esses jornais utilizam como fonte testemunhos na primeira pessoa, outros jornais e o *Diário de Governo* (neste caso, citando outras fontes).

TABELA 2.2. Referências a *Jornal do Comércio* e *A Nação* utilizadas por Pereira de Sousa no estudo do terramoto de 11 de novembro de 1858. Extraído de Sousa (1928: 888-901), respeitando a ordem de referência (não cronológica) no seu catálogo sísmico.

Jornal	Edição (1858)	Conteúdo da(s) notícia(s)	Fonte (se referida)
<i>Jornal do Comércio</i>	nº1550 de 21 de novembro	Comunicados sobre os estragos em Setúbal.	um setubalense residente em Lisboa
		Participação do tremor de terra ao Governador Civil do distrito de Lisboa.	administrador do concelho de Setúbal
<i>A Nação</i>	nº3301 de 12 de novembro	Descrição dos efeitos em Lisboa, Caldas da Rainha, Santarém, Vila Franca de Xira e Oeiras.	---
<i>A Nação</i>	nº3302 de 13 de novembro	Descrição dos efeitos em Lisboa, por rua e edifício.	---
		Descrição dos efeitos em Torres Novas.	um torrejano
<i>Jornal do Comércio</i>	nº1545 de 16 de novembro	Necessidade de providências tendo em atenção as consideráveis ruínas em alguns prédios.	---
		Descrição dos efeitos do abalo em Sacavém.	J.H.
<i>Jornal do Comércio</i>	nº1562 de 5 de dezembro	Efeito num navio.	capitão da barca Villa da Praia, Cabo Verde
		Mais notícias de Setúbal.	um correspondente
		Sobre o envio (tardio) do engenheiro Sousa Brandão para verificar estragos e dirigir obras, de um piquete de sapadores e de algum dinheiro para acudir às necessidades.	---
<i>A Nação</i>	nº3304 de 16 de novembro	Mais notícias de Lisboa sobre o terramoto, incluindo uma retificação à notícia sobre os estragos no colégio de N. Sra. da Conceição.	direção do colégio
		Sobre uma subscrição promovida pelos alunos da Escola Politécnica para acudir aos familiares do carpinteiro vítima do terramoto.	transcrição da <i>Revolução</i>
		Sobre os efeitos em Santiago de Cacém.	Cypriano Antonio de Macedo
		Mais notícias sobre o terramoto em Setúbal, Palmela e Cartaxo.	transcrição da <i>Revolução</i>
		Relação de estragos em Olivais, Alenquer, Leiria, Coimbra, Viseu, Braga, Viana e Porto.	Jornais locais (ex: <i>Leiriense</i>)
<i>Jornal do Comércio</i>	nº1544 de 14 de novembro	Mais notícias sobre Mafra.	<i>Diário do Governo</i> , administrador do concelho de Mafra
		Participações oficiais relativas aos efeitos no Porto e em Setúbal.	<i>Diário do Governo</i> , jornais locais
		Efeitos em Sesimbra.	uma carta
<i>Jornal do Comércio</i>	nº1546 de 17 de novembro	Notícias oficiais (alteração da posição de instrumento no observatório de marinha).	Ministério da Marinha
<i>Jornal do Comércio</i>	nº1543 de 13 de novembro	Partes dadas pelos comandantes dos telégrafos, relativas ao tremor de terra (S. Julião, Sintra, Vila Franca, Azambuja, Mafra).	Direção geral dos telégrafos do Reino
<i>Jornal do Comércio</i>	nº1546 de 17 de novembro	Notícias do tremor de terra em Lagos e Azeitão.	Correspondentes de Lagos e Azeitão
<i>A Nação</i>	nº3302 de 13 de novembro	Efeitos na Aldeia galega de Ribatejo.	Justiniano Antonio de Sequeira Corte-Real
<i>Jornal do Comércio</i>	nº1548 de 19 de novembro	Notícias do tremor em Santiago de Cacém, onde foi “bastante” sentido.	---

2.1.4-*Diário de Notícias* (1864) e *O Século* (1881)

Estes jornais de grande tiragem no panorama nacional divulgaram a sismicidade ocorrida em território nacional e internacional. Um exemplo no plano internacional foi a divulgação, pelo *Diário de Notícias*, do terramoto de S. Francisco ocorrido em 18 de abril de 1906, um acontecimento sísmico que apesar de relegado para segundo plano relativamente ao XV Congresso Internacional de Medicina, que decorria então em Lisboa e preenchia as primeiras páginas (como nas edições de 19, 20, 22, 24, 25 e 26 de abril de 1906), não deixou de ser noticiado através de telegramas que iam sendo publicados em páginas interiores. O texto mais extenso de todos os publicados nas edições do mês de abril foi colocado na quarta página da edição do dia 29 e integrava um apontamento assinado por “J.C.” que identifica um “culpado” na origem do fenómeno:

“Se bem que os sábios na sua maior parte neguem a relação entre as erupções do Vesúvio e o grande tremor da Califórnia, o que é inegável é que no interior do globo as perturbações sísmicas mostram bem que a natureza não anda nada contente com as guerras e as revoluções que os homens fazem na superfície da crosta terrestre...” (*Diário de Notícias*, edição de 29 de abril de 1906, p.4).

Uma explicação de natureza moral, como era dominante na época do terramoto de 1755, mas sem ter em conta os conhecimentos científicos disponíveis no início do século XX.

Um outro terramoto que mereceu a atenção do *Diário de Notícias*, e que não afetou o território nacional, mesmo a terminar o ano de 1908, foi o terramoto de Messina, em Itália (ver apêndice F). Na edição de 29 de dezembro há uma referência na segunda página, mas nos dois dias seguintes já figura na primeira página o *Grande terramoto na Sicília*. Uma divulgação mesmo assim relativamente discreta se a compararmos, no mesmo periódico, com a do terramoto de Benavente, ocorrido em território nacional, apenas alguns meses depois.

As consequências do terramoto de 23 de abril de 1909 foram amplamente divulgadas logo no dia a seguir a esse acontecimento. Desde o dia 24 de abril e nos restantes dias do mês de abril, o assunto foi sempre mantido na primeira página, quer do *Diário de Notícias* (ver tabela 2.3, no final da secção) quer de *O Século* (ver tabela 2.4, no final da secção). Das seis a oito páginas com que os jornais se apresentavam ao

público diariamente, pelo menos mais uma ou duas páginas, para além da primeira, foram dedicadas ao assunto. Apesar do mesmo preço “avulso” de 10 réis, o jornal *O Século* privilegiou fotografias⁶ dos efeitos do sismo nas primeiras páginas, enquanto o *Diário de Notícias* apresentou ilustrações. No caso de *O Século*, a primeira fotografia surgiu logo na edição do dia seguinte, relativa a um incêndio em Lisboa que foi consequência do terramoto, e na edição do dia 25 de abril já foram apresentadas três fotografias da área mais afetada. No caso do *Diário de Notícias*, as primeiras ilustrações surgiram na edição do dia 25 de abril de 1909, com sete ilustrações, sendo três representativas de Benavente, outras tantas relativas a gráficos do Observatório astronómico da Escola Politécnica e apenas uma representava os danos provocados pelas “convulsões sísmicas” numa casa de Vila Franca. Mas nem as ilustrações nem as fotografias permitiam divulgar todas as consequências do “grande tremor”, que não se limitaram a danos nas construções:

“Em Lisboa ainda não desapareceu dos espíritos a agitação produzida pelo abalo de terra de anteontem, e que, felizmente, se os compararmos ao sucedido noutros pontos do país, deixou vestígios de somenos importância. [...] E, contudo, se o pavor dos habitantes da capital é justificado, tanto está ainda na memória de todos a dolorosa catástrofe de Messina, tanto mais se compreende o pavor de que está apossada a população das vilas de Benavente e de Salvaterra, que ficaram destruídas quase completamente [...]” (*Diário de Notícias*, 25 de abril de 1909, p.1).

Na primeira página da edição de 29 de abril do *Diário de Notícias* era descrita uma sessão da Academia de Ciências de Portugal⁷, ocorrida no dia anterior e presidida por Teófilo Braga (também foi notícia no jornal *O Século*, mas numa página interior da edição de 19 de abril). Nessa sessão interveio Manuel António Gomes⁸, o qual, de acordo com o jornalista do *Diário de Notícias*, terá exposto “uma nova interpretação dos fenómenos sísmicos”. A exposição foi descrita pelo jornalista do seguinte modo:

“Começa [Manuel Gomes] por negar a influência astronómica, cujos efeitos térmicos, luminosos e magnéticos raras vezes coincidem com os abalos de terra. [...]”

Depois, demonstra que o interior do nosso planeta é sólido e de uma rigidez extrema, baseando-se, para isso, na velocidade das vibrações sísmicas e no peso específico da Terra. Desenvolvendo diversos argumentos de ordem química e física, explica como a água existente nas camadas profundas do globo é sobreaquecida, atinge uma pressão formidável, se expande e vaporiza instantaneamente e produz abalos nas camadas superiores, conclusão que é confirmada por grande número de factos observados por ocasião dos últimos terramotos.

Em seguida, apresentou e justificou uma nova teoria d'um centro hidrotérmico situado nas regiões profundas da parte ocidental e meridional da península, sendo uma crise d'esse “geiser” abafado a causa do último tremor de terra. Termina louvando a Sociedade dos Arquitectos, por já ter pensado na adoção de outro material de construção [...] o cimento armado” (*Diário de Notícias*, 28 de abril de 1909, p.1).

Esta explicação que coloca como causa dos sismos o sobreaquecimento da água no interior da terra, com mais semelhanças com uma explicação do século XVIII, como veremos, já não era uma explicação partilhada pela comunidade científica da época. Mas sobre essa mesma reunião da Academia das Ciências de Portugal, o jornal *O Século* descrevia uma proposta de realização de uma sessão pública para exposição do estudo dos fenómenos sísmicos, tendo sido agregada a esta proposta a de Eugénio Pacheco:

“[...] o qual, lamentando a falta de serviços sísmicos no país, mostrou a vantagem de se estabelecerem estações em Faro, Évora, Lisboa, Coimbra e Porto, propondo que se reclamasse dos poderes públicos providências nesse sentido” (*O Século*, 29 de abril de 1909, p.4).

O *Diário de Notícias* apresentou na primeira página da edição de 25 de abril uma ilustração de um sismograma, supostamente do Observatório Astronómico da Escola Politécnica, e na edição de 28 de abril, umas notas científicas apresentadas na terceira página, em que Eduardo de Bethencourt Ferreira esclarecia:

“Em tão curto prazo de tempo, não havendo em Lisboa observatório sismológico (1) e no caos enorme das informações sobre o abalo, é completamente impossível fazer um estudo científico do sismo, mesmo aproximativo, ainda que de relativa segurança [...]” (*Diário de Notícias*, 28 de abril de 1909, p.3).

Com a nota de rodapé, o autor das notas científicas parecia justificar a ausência de um observatório sismológico em Lisboa pela natureza do subsolo:

“(1) As formações de camadas espessas de aluviões (ou de outros terrenos móveis), são rebeldes à propagação dos abalos, enquanto nos terrenos compactos a transmissão das ondas sísmicas se faz facilmente. É esta a razão porque os movimentos sísmicos se sentem mais violentamente no solo brando e móvel, ao passo que nos terrenos duros e resistentes tem menor intensidade” (*Diário de Notícias*, 28 de abril de 1909, p.3).

Podemos assim concluir que os jornais de grande tiragem, considerando o *Diário de Notícias* e *O Século*, noticiaram efeitos dos sismos, não deixando de dar atenção à sismicidade internacional mas dando mais destaque aos sismos que afetaram o território nacional. No caso do Terramoto de Benavente, os danos provocados pelo sismo são realçados quer através de ilustrações quer de fotografias, para além da descrição escrita, e surgem algumas “notas científicas” em páginas interiores. Quanto às causas dos sismos, as explicações que são divulgadas na sequência de acontecimentos sísmicos do início do século XX, como a de Manuel Gomes que defendeu o interior sólido da terra e que os abalos se deviam ao sobreaquecimento da água, não têm em conta o que já era defendido pela comunidade científica dedicada ao estudo dos sismos naquela época (uma origem tectónica para os sismos de maior intensidade). A falta de serviços sismológicos no país também foi reportada em ambos os jornais.

TABELA 2.3. O tremor de terra de 23 de abril de 1909 divulgado pelo *Diário de Notícias*.

Dia	Destaque na 1ª Página	Nº págs dedicadas/ total (nº ilustrações 1ª pag)	Observações
24 abril (sábado)	<p>O tremor de terra de ontem A violência das oscilações provoca o maior pânico na população Não se registam muitos desastres pessoais, mas são inúmeros os prejuízos materiais – As autoridades tomam providências imediatas, e nas ruas aparecem rapidamente os socorros do corpo de bombeiros, e a guarda municipal e a polícia para a defesa dos edifícios públicos e das propriedades particulares – O tremor de terra faz-se sentir em todo o país, mas sem consequências graves – El-rei e o sr. Infante D. Afonso percorrem a parte baixa da cidade.</p>	<p>2/6 (-)</p>	---
25 abril (domingo)	<p>O grande tremor Quatro povoações em ruínas Uma derrocada pavorosa em Benavente, onde havia cerca de 800 propriedades, não deixa uma só casa habitável; a população acampa nos largos e praças, tendo muita gente fugido para os campos; em Samora Correia e Santo Estevão, do concelho de Benavente, foram também grandes as derrocadas, estando a população tomada de pavor; em Salvaterra são muitas as casas derruídas e na sua maioria têm as paredes fendidas, estando, por isso, inabitáveis 37 mortos e muitos feridos Na câmara dos deputados é votado um crédito de 100.000\$00 réis para ocorrer aos desastres produzidos no país pelo abalo de terra - O rei, o senhor infante D. Afonso e os srs. Ministros das obras publicas e da marinha visitam as povoações arrasadas - Os socorros são prestados com a maior rapidez.</p>	<p>3/8 (7)</p>	Sismograma na primeira página
26 abril (2ª feira)	<p>A catástrofe de sexta-feira Duas povoações destruídas 46 mortos e 38 feridos Cerca de sete mil pessoas sem casa e sem pão - Uma visita ao local da catástrofe A terrível cena narrada por uma testemunha presencial A morte e a desolação – Uma rua fúnebre – A religião suavizando a dor – Em busca de cadáveres – Heróis do dever – À espera dos socorros – O que é preciso fazer Acampamentos lúgubres – Curiosidade e filantropia – Os mortos para o cemitério e os feridos para o hospital – Incerteza pelo futuro – Samora e Benavente ressurgirão?</p>	<p>3/8 (5)</p>	A segunda página inclui a descrição da visita do Rei a Benavente
27 abril (3ª feira)	<p>A catástrofe de Benavente e Samora Duas povoações perdidas 46 mortos e 75 feridos As subscrições e festas de caridade – Outra vez no local da catástrofe Nova visita do Sr. Infante D. Afonso a Benavente e Samora O Sr. Arcebispo de Évora visita as duas povoações destruídas – As providências oficiais – Os feridos em Lisboa Uma visita de vários deputados ao hospital de S. José Outros pormenores</p>	<p>2/8 (2)</p>	---

TABELA 2.3. O tremor de terra de 23 de abril de 1909 divulgado pelo *Diário de Notícias* (continuação).

Dia	Destaque na 1ª Página	Nº págs dedicadas/total (nº ilustrações 1ª pag)	Observações
28 abril (4ª feira)	<p>Ainda os abalos de terra do dia 23</p> <p>Informações diversas – Providências oficiais – De novo no local da catástrofe</p> <p>Reuniões importantes – O relatório oficial sobre os estragos produzidos – As festas de caridade e subscrições em Lisboa e nas províncias</p> <p>[Nota: Não sendo destaque, mas merecendo o destaque da inclusão na primeira página, o anúncio da nomeação de uma comissão de geólogos composta por Wenceslau de Lima, Paul Choffat, Ferreira Roquette, Ramiro Larcher Marçal e Filipe de Figueiredo, “para estudar o terreno da região ribatejana afetada pelos tremores de terra”.]</p>	4/8 (2)	A terceira página inclui notas científicas, assinadas por Eduardo de Bethencourt Ferreira, que incluem mapa com zonas de igual intensidade de abalo, catálogo de terramotos em Portugal desde o ano 309 até ao grande terramoto de 1755, e ainda a escala de Forel e Rossi para medição da intensidade dos abalos.
29 abril (5ª feira)	<p>Os abalos de terra</p> <p>Vai-se restabelecendo o sossego</p> <p>Nas povoações mais prejudicadas começou já a demolição dos prédios aluídos – As providências oficiais são, de preferência, a construção de barracas de abrigo – Avultam as subscrições e são importantes os donativos – A comissão central de Santarém, para acudir às necessidades das povoações, será presidida por el-rei – A camara municipal de Lisboa vota 1000\$00 réis para os sobreviventes da catástrofe.</p>	2/8 (1)	Na primeira página há referência a uma reunião ocorrida na Academia das Ciências de Portugal, na qual Manuel Gomes apresentou a sua interpretação sobre o fenómeno sísmico.
30 abril (6ª feira)	<p>A catástrofe ribatejana</p> <p>Os socorros para os sobreviventes</p> <p>O bando precatório ontem efetuado em Lisboa rende 3147\$380 réis – Na Capital e em todos os pontos do país se organizam comissões para angariar donativos e promover festas, com o mesmo generoso intuito – O sr ministro das obras públicas visita as povoações do distrito de Lisboa, que foram assoladas pelo terramoto – A narrativa d’uma testemunha presencial da catástrofe de Benavente.</p>	2/8 (2)	---

TABELA 2.4. O tremor de terra de 23 de abril de 1909 divulgado por *O Século*.

Dia	Destaque na 1ª Página	Nº págs dedicadas/total (nº fotografias 1ª pag)	Observações
24 abril (sábado)	<p>Nove segundos de terror Violento tremor de terra Mortos e feridos Em Lisboa, apenas houve prejuízos materiais e um grande incêndio - Na província, sentiu-se o fenómeno em vários pontos, mas em Santarém, Alhandra, Benavente, Samora Correia e outras terras o sinistro foi horroroso – Notícias de todo o país</p>	<p>3/8 (1)</p>	---
25 abril (domingo)	<p>A catástrofe ribatejana O tremor de terra causa 37 mortos Em Benavente, Samora Correia e Salvaterra – As duas primeiras povoações encontram-se em ruínas – Grande número de pessoas mais ou menos gravemente feridas – Prejuízos incalculáveis</p>	<p>5/8 (3)</p>	---
26 abril (2ª feira)	<p>O terramoto do Ribatejo Até agora, estão sepultados 38 cadáveres Haverá mais vítimas? Em Benavente, Samora Correia e Salvaterra de Magos continua a desolação, o luto e a miséria – Socorrendo os feridos e cuidados dos sobreviventes – As povoações em ruínas e os seus habitantes acampados nas proximidades – Ainda a impressão do sinistro em Lisboa – Repetem-se os abalos sísmicos – encontram-se mortos sob os escombros</p>	<p>5/8 (3)</p>	---
27 abril (3ª feira)	<p>A catástrofe do Ribatejo O terramoto de sexta-feira Não há mais vítimas Em Benavente, Salvaterra de Magos e Samora Correia continua a mesma situação e vão chegando socorros aos sobreviventes – O patriarca de Lisboa visita as terras assoladas pela catástrofe – Reúne, em Benavente, a câmara municipal – Os feridos no hospital de S. José – A iniciativa particular promove, por vários meios, a assistência e o auxílio às pessoas que escaparam ao sinistro – As providências oficiais</p>	<p>5/8 (2)</p>	<p>Na quarta página é apresentado um mapa com “zonas de maior intensidade dos tremores de terra em Portugal”, acompanhado de texto de Ferreira Diniz⁹</p>
28 abril (4ª feira)	<p>A catástrofe do Ribatejo Novos abalos de terra Os mortos do terramoto Na região assolada, mas especialmente em Coruche, a terra treme de novo, sem que haja notícia de novos desastres – Em Salvaterra de Magos, Benavente, Samora Correia e proximidades – Morre no hospital de S. José, mais uma vítima do sinistro – continua a iniciativa particular promovendo socorros em benefício dos sobreviventes – As providências oficiais – Notícias de todo o país</p>	<p>4/6 (0)</p>	<p>Na primeira página é apresentada uma “carta em relevo das povoações principalmente atingidas pela catástrofe”.</p>

TABELA 2.4. O tremor de terra de 23 de abril de 1909 divulgado por *O Século* (continuação).

Dia	Destaque na 1ª Página	Nº págs dedicadas/ total (nº fotografias 1ª pag)	Observações
29 abril (5ª feira)	O abalo de terra de sexta-feira O terramoto no Ribatejo Não há mais desastres O que houve em Coruche – Ainda o que se está passando em Benavente, Salvaterra de Magos e Samora Correia – Os feridos em Lisboa – A iniciativa particular continuando na sua faina de socorrer os sobreviventes – A Espanha concorre com 100 mil pesetas em benefício das povoações assoladas – As providências oficiais – Notícia de todos os pontos onde o abalo se sentiu	5/8 (2)	Na página quatro há referência a uma reunião ocorrida na Academia das Ciências de Portugal, na qual Manuel Gomes apresentou a sua interpretação sobre o fenómeno sísmico e os académicos tiveram oportunidade de lamentar a falta de serviços sísmicos no país.
30 abril (6ª feira)	Socorros aos sobreviventes A catástrofe do Ribatejo O bando precatório em Lisboa Notícias de Coruche, Benavente, Salvaterra e Samora – Ainda o abalo de terra por diferentes pontos do país – Continua a iniciativa particular, solicita em promover benefícios para as vítimas – O pedatório dos bombeiros na capital é fartamente auxiliado pela população – Morre mais uma das vítimas de Benavente no hospital – As providências oficiais	5/8 (3)	Na quarta página é apresentado um texto de Ferreira Diniz, intitulado “construções em regiões instáveis”, que acompanha uma imagem.

2.1.5-*Ilustração Portuguesa* (1903-1923)

Os jornalistas da *Ilustração Portuguesa*, a revista semanal dos acontecimentos da vida portuguesa (como se apresenta), editada pelo jornal *O Século*, descrevem a origem do terramoto que afetou as povoações de Samora Correia, Benavente, Santo Estevão e Salvaterra de Magos, relativamente próximas de Lisboa, nos seguintes termos:

“Durante esses segundos inolvidáveis, os alicerces geológicos de Portugal oscilaram, abalados por uma d’essas conflagrações misteriosas em que periodicamente se debate o ígneo organismo do globo” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 167: 546).

“[...] simplesmente originados [os abalos] na regressão de terrenos do subsolo à sua situação primitiva, e esta opinião é confirmada pelo facto de

não haver, felizmente, novos desastres ou prejuízos a registrar” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 167: 550).

Estas explicações de natureza geológica constam na edição de 3 de maio de 1909, uma vez que a edição de 26 de abril de 1909, três dias depois do terramoto, não incluía qualquer referência sobre o assunto. Na edição de 3 de maio do *Diário de Notícias* e de *O Século*, o enfoque era colocado nos movimentos de solidariedade que se seguiram ao terramoto. De modo distinto dos diários, as edições nº167 e nº168 da revista *Ilustração Portuguesa* (de 3 e 10 de maio, respetivamente) que dedicam ao assunto 6 e 23 páginas, respetivamente, fazem a reconstituição fotográfica da catástrofe (com 12 e 48 fotografias, respetivamente, incluindo aquela que consta na capa da edição nº168, um ícone religioso rodeado de crianças, no “acampamento de Benavente”). A edição nº169 apresenta a reportagem fotográfica de uma tourada realizada em benefício dos sobreviventes do terramoto, e a nº170 descreve a recuperação de Messina (Sicília), uma cidade italiana a renascer após um violento terramoto acontecido cerca de seis meses antes, desejando os autores da reportagem (com quatro páginas e incluindo sete fotografias) que, à semelhança de Messina, as terras do Ribatejo se transformem em novas povoações com:

“construções mais sólidas [...] alinhando-se em ruas largas, em praças amplas [...] Tomemos o exemplo e a lição que nos estão dando as terras da Sicília [...] cuja provação foi muito mais dura e intensa, sem dúvida” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 170: 651).

Os jornalistas salientam ainda “a lembrança dos espantosos pavores do sul da Itália” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 170: 651) na sequência dos primeiros abalos no Ribatejo. Mas se nas terras ribatejanas o terror vivido parece ter sido gerado pela lembrança da catástrofe de Messina¹⁰, em Lisboa, e de acordo com o repórter da *Ilustração Portuguesa*, terá sido mais a memória de 1755 a gerar o pavor, até porque se reportou apenas um incêndio (na edição nº167 há duas fotos relativas a este incêndio). O terramoto de 1755 já tinha sido tema de uma edição anterior (13 de agosto de 1906), que lhe dedicou sete páginas (incluindo seis reproduções de gravuras da época) e cujo texto foi assinado por R.M. Com ênfase nos efeitos do terramoto (sismicidade) e na reação da população e das autoridades, incluindo o enaltecimento das medidas adotadas por

Pombal, o texto termina com o autor insinuando que as instituições da época (1906) não seriam capazes de dar uma resposta à altura se um novo terramoto ocorresse. O texto foi publicado no mesmo ano e após o terramoto de S. Francisco, na Califórnia, o que poderá ter motivado o autor para, em 1906, retomar o tema do GTL e criticar a capacidade de resposta das instituições.

No que diz respeito aos efeitos em Benavente, a noite de vinte e três para vinte e quatro de abril de 1909 trouxe “horas de terror” que foram descritas do seguinte modo:

“De tempos a tempos, a derrocada de um prédio enchia a noite de estrondo. [...] Os feridos [...] gemiam. Homens que voltavam de heróicas pesquisas através das ruínas iam trazendo aos acampamentos as notícias das mortes. [...] De entre os escombros da igreja tinha sido retirada a imagem¹¹ enorme de um Cristo crucificado, em volta de cuja negra cruz estilhaçada pelo vértice as mulheres e as crianças se comprimiam, entoando ladainhas” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 168: 595).

Verificamos assim que, na ausência de respostas à catástrofe por parte das autoridades civis, a população organizava manifestações de religiosidade.

As réplicas foram acontecendo, manifestando-se através de “ligeiros abalos sucessivos” e de “rumores subterrâneos”, mas o dia seguinte trouxe a conformidade. O cenário de destruição que permaneceu nos dias seguintes não terá perturbado a racionalidade do jornalista, que escreveu no final da edição de 3 de maio:

“Não há dúvida de que Portugal está incluído numa região sísmica, mas também é certo que são, normalmente, de pequena intensidade os abalos que costumam afetar-nos e que a constituição do nosso solo e os seus caracteres estruturais constituem já por si uma valiosa defesa nacional” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 167: 550).

Para o jornalista da *Ilustração Portuguesa*, Portugal poderia então ser visto como um país de sismicidade, embora moderada. Quanto ao epicentro do terramoto, a sua localização era atribuída pelo diretor do observatório de Barcelona à serra da Estrela, enquanto para os geólogos portugueses era mais verosímil a hipótese:

“[...] que o centro do deslocamento foi nas grandes profundidades marítimas fronteiras à Serra da Arrábida, repercutido com maior violência na vasta área de terrenos de aluvião, compreendida entre o Sado e o Tejo. Esta hipótese explica suficientemente a devastação do Ribatejo, sem ser necessário atribuir à comoção sísmica o apelido terrorista dos grandes megassismos. Durante [...] nove a quinze segundos, Lisboa, a arruinada Lisboa de 1755, resistiu às trepidações subterrâneas, sem visível prejuízo” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 167: 546).

E as limitações da ciência dos sismos nacional no que à instrumentação diz respeito também são apontadas:

“Na falta absoluta de aparelhos registadores nos nossos observatórios, que permitam estabelecer em bases positivas de cálculo a duração e a intensidade do abalo sísmico no dia 23, ainda a estas horas é quase impossível às contraditórias narrações impressionistas a descrição científica e incontrovertida do acontecimento” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 167: 546).

A *Ilustração Portuguesa*, uma revista semanal, desenvolveu uma abordagem menos noticiosa e mais de reportagem sobre o terramoto de Benavente (ver figura 2.1), em que para além de relatos de sismicidade também apresentou explicações para o fenómeno, nomeadamente sobre a sua origem (no mar, de acordo com os “geólogos portugueses”), e ainda fez eco das intervenções das personalidades destacadas no *Diário de Notícias* e em *O Século*, que reclamavam a organização de um serviço sismológico nacional.



Figura 2.1 – O Rei Manuel II em Benavente, no dia seguinte ao TB. Extraído de *Ilustração Portuguesa* (1909, 167: 547).

A análise efetuada à imprensa periódica informativa revela uma atenção dedicada essencialmente os efeitos dos sismos, onde eles mais se fizeram sentir, incluindo as reações das populações e das autoridades, o que se verificou para todos os três acontecimentos sísmicos (1755, 1858 e 1909) inseridos no nosso recorte temporal. Também há referências à sismicidade internacional, como efeitos do GTL noutros países ou efeitos exclusivamente sentidos noutros países, como o terramoto de S. Francisco (1906) e o de Messina (1908).

A propósito do terramoto de Benavente, a abordagem jornalística adotada nos jornais diários, mercê da existência da imprensa informativa de marca profissional e, nalguns casos, já com recurso a imagens fotográficas, foi distinta das abordagens a acontecimentos sísmicos anteriores, permitindo um acompanhamento continuado dos efeitos e das reações da população. As catástrofes sísmicas, como o terramoto de Messina, ocorrido no ano anterior ao terramoto de Benavente e o GTL, ocorrido havia mais de 150 anos, são recordadas nas notícias e reportagens do terramoto de Benavente, revelando que o impacto dos sismos de grande intensidade tem grande longevidade, que pode mesmo ir para além da geração ou das gerações que foram afetadas.

Com menos destaque, surgem também notas científicas relacionadas com a distribuição de intensidades e a localização do epicentro. Sobre as explicações do fenómeno sísmico, a imprensa periódica informativa dedica pouca atenção e, até 1909, não parece haver uma “entidade” de referência para consultar de modo a obter uma explicação (oficial e atual) sobre o fenómeno. A falta de sismógrafos para registar os abalos que afetavam o território nacional foi denunciada por intelectuais e políticos nos jornais diários e na *Ilustração Portuguesa*, após o terramoto de Benavente. Assim, este terramoto também terá tido como efeito expor a necessidade de um serviço sismológico nacional.

2.2-Projetos de matriz enciclopédica: a popularização da ciência dos sismos e o conhecimento útil ao alcance de todos

Um outro tipo imprensa que dedicou atenção à questão da explicação do fenómeno sísmico foi a de matriz enciclopédica. Classificámos como de matriz enciclopédica as publicações que tiveram em comum a finalidade explícita de divulgação do conhecimento científico organizado por áreas do conhecimento para um universo alargado de leitores. Tendo em atenção o período longo que consideramos para esta história da sismologia, desde 1755 até meado do século XX, os projetos editoriais que analisaremos surgem necessariamente em contextos culturais diferentes¹².

O primeiro volume da *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* (daqui em diante, simplesmente *Enciclopédia*) foi publicado em 1751 por um grupo de intelectuais representantes da filosofia iluminista e tendo Diderot (1713-1784) e d’Alembert (1717-1783) à cabeça. Ao longo de 29 anos de duração do projecto, foram editados no total 36 volumes da *Enciclopédia*¹³, a qual teve como colaboradores, entre outros intelectuais ou filósofos, Montesquieu (1689-1755), Voltaire (1694-1778), Rousseau (1712-1778), Holbach (1723-1789) e Turgot (1727-1781). Um público alargado passou a dispor, daí em diante, de uma orientação racionalmente esclarecida em todas as áreas do conhecimento e de acordo com a época (Hof, 1995).

O “enciclopedismo” chegou à imprensa periódica nacional, pois os leitores exigiam “aprender os mais avançados conhecimentos da ciência sem muito esforço e em pouco tempo, como um ato de recreação” (Tengarrinha, 1989: 48) e porque a censura limitava o jornalismo político. Quatro periódicos surgidos ainda no século “das luzes”

ou no princípio do século seguinte apresentam estas características: *Jornal Enciclopédico* (1788); *Jornal Enciclopédico. Dedicado à Rainha Nossa Senhora e destinado para Instrução Geral* (1779); *Jornal Enciclopédico* (1806); *Jornal Enciclopédico de Lisboa* (1820) (Tengarrinha, 1989).

Uma obra coeva da *Enciclopédia* foi a *Recreação Filozofica ou Dialogo sobre a Filozofia Natural, para instrução de pessoas curiosas que não frequentarão as aulas* (a que faremos referência seguidamente apenas como *Recreação Filosófica* ou RF), considerada por Pereira (1831: XX-XXII) como a primeira enciclopédia portuguesa publicada e que vulgarizava de forma “mais duradoura” as doutrinas transmitidas pelo seu autor, Teodoro de Almeida (1722-1804)¹⁴, padre da Congregação do Oratório de São Filipe Néri. Esta obra criada sob influência das Luzes¹⁵ constava de dez volumes, o primeiro editado no mesmo ano do primeiro volume da *Enciclopédia*, 1751, e o último em 1800 (com os volumes I a VI sobre a Filosofia Natural, o VII sobre a Lógica, e os últimos três sobre a Ética e a Moral).

No século seguinte, o contexto positivista de oitocentos trouxe o otimismo no progresso da ciência e da tecnologia e fez perder a visão de conjunto da filosofia natural (Fitas, Rodrigues e Nunes, 2008); neste contexto, surgiu a *Biblioteca do Povo e das Escolas* (BPE), que a empresa de David Corazzi editou a partir de 1881. Com o Brasil independente desde 1822 e beneficiando de uma melhoria das vias de comunicação e das relações postais, esta publicação veio “acudir a uma falta” (texto de abertura da Sexta série da coleção, 1883) que outros países há muito tinham dado resposta. Na capa de cada número da coleção, que tinha 64 páginas, encontramos a indicação de expor “conhecimentos úteis e indispensáveis” e ao “alcance de todas as inteligências”, com uma designação genérica de “Propaganda de instrução para Portugueses e Brasileiros”. A publicação dos volumes era quinzenal, ao preço de 50 réis cada, sendo “notável pela sua fabulosa barateza” e tendo a “dupla vantagem de propagar a instrução geral e incitar ao estudo as classes populares”. No início da décima sexta série (1886), era apresentada uma apreciação do *Diário de Notícias* sobre a BPE, considerando que “devem adquiri-la os professores para os seus gabinetes e as câmaras ilustradas para as suas escolas” (BPE, 1886, citando *Diário de Notícias* de 15 de dezembro de 1885).

Iniciado em 1941 e único durante alguns decénios do século XX foi um projeto organizado de divulgação cultural designado *Biblioteca Cosmos* (BC), que mobilizou largos sectores da intelectualidade nacional, desde professores universitários a publicistas de reconhecido mérito e onde a ciência e a técnica tiveram um peso bastante

grande. Bento de Jesus Caraça (1901-1948)¹⁶ foi o impulsionador e único diretor de 106 títulos publicados, dos quais 19 eram traduções. Esta coleção dividia-se por várias secções temáticas: *Ciências e Técnicas*, *Artes e Ideias*, *Filosofia e Religiões*, *Povos e Civilizações*, *Biografias*, *Epopeias Humanas* e *Problemas do nosso Tempo*. Na introdução ao primeiro volume, Bento Caraça revelava ser finalidade da BC fornecer “o máximo possível de cultura geral”, a um preço “tão baixo quanto possível” e com “linguagem ao alcance de todos” (Araújo, 2001: 10, citando Bento Caraça), uma finalidade que permitia considerar que a BC retomava, de certo modo, a missão da BPE (Araújo, 2001), durante o contexto histórico específico do Estado Novo português, marcado pelo emagrecimento de edição, de leituras e de debate de ideias (Rosas, 2012).

As explicações sobre o fenómeno sísmico que podemos encontrar nestes três projetos de edição (RF, BPE e BC) que refletem os contextos culturais e filosóficos do seu tempo vivencial e que considerámos como de matriz enciclopédica, são agora analisadas.

2.2.1-*Recreação Filosófica* (1751-1800)

Teodoro de Almeida obteve todas as necessárias licenças para divulgar, como causa dos terremotos, a fermentação de minerais, incluindo o enxofre (o que faria tremer a caverna onde se encontravam e as cavernas vizinhas comunicantes), ou seja, o reconhecimento do terremoto como um fenómeno natural, no terceiro e no sexto volume da sua *Recreação Filosófica*. No Tomo III, que trata dos quatro Elementos, a propósito da “origem, e sustentação dos Fogos subterrâneos”, explicava Teodoro a Eugénio:

“[...] esta bola da terra, em que vivemos, tem grandíssimas concavidades, umas cheias de água, outras de minerais de enxofre, salitre, metais, betumes, e outras coisas semelhantes: e assim como quando se misturam a cal, e a água, se levanta lavareda; assim também quando as matérias destes minerais entre si se ajuntarem numa determinada porção, e quantidade, se ao de acender; acendendo-se, pegam fogo nos minerais vizinhos, e estes em outros: daqui segue-se, que este fogo há de rebentar, e sair por alguma parte [...] e em quanto rebenta, ou faz força para rebentar, há de fazer tremer a terra, causar ruído, e estrondos, há de abrir boqueirões, por onde lance pedras, fumo, cinzas, e parte da matéria inflamada [...]” (Almeida, 1757: 113).

Com esta explicação, Teodoro de Almeida parece atribuir as mesmas causas às manifestações sísmicas e vulcânicas. No tomo VI “Trata dos Céus e do Mundo”, a matéria “Dos Terramotos, suas causas, e efeitos: onde se trata da elasticidade dos vapores” ocupa dezasseis páginas. Teodoro de Almeida examina as causas dos terramotos, na forma de diálogo, com os seus amigos Sílvio e Eugénio. Ao longo deste diálogo são feitas duas referências ao terramoto de 1703 (Roma)¹⁷, cinco ao de 1755 e três ao de 1761 (do “último” de março). Estas referências suportam a fermentação dos minerais, em particular do enxofre, como origem dos terramotos e dos seus efeitos. A experiência de Lémery (ver capítulo 3) é do conhecimento de Teodoro de Almeida, que a ela faz também referência (Almeida, 1795).

Questionado por indícios que antecedem os terramotos, no ar ou nas nuvens, Teodoro respondia:

“O Terramoto do último de março de 61 foi geral em todo Portugal; e numas partes estava o tempo sereno, noutras houve vento grande, noutras chuva, noutras trovoada. Pelo que assento, que não merecem atenção nenhuma as escrupulosas observações de muitos [...]” (Almeida, 1795: 445).

Teodoro de Almeida poderá estar a referir-se à *História Universal dos Terramotos*, onde são descritas, com algum pormenor, as condições climatéricas que precedem cada terramoto. É o caso do referido terramoto de Roma, que Moreira de Mendonça descreveu como tendo sido precedido por um “rigoroso Inverno de três meses, em que o Sol sempre esteve encoberto, e as chuvas foram tão contínuas, que fizeram repetidas inundações” (Mendonça, 1758: 86).

2.2.2-Biblioteca do Povo e das Escolas (1881-1913)

Os livros *Mineralogia* e *Geologia*, para uso no ensino normal, e *Introdução às ciências físico-naturais*, para uso do ensino elementar, da BPE, foram aprovados em *Diário do Governo* nº11, de 15 de janeiro de 1883 (“Subsídios para a história crítica da *Biblioteca do Povo e das Escolas*”, no início da vigésima segunda série, 1890). Mas antecipando esta aprovação, a *Geologia* (1882) já tinha a indicação de ser “adequada ao ensino dos que frequentam no Curso Geral dos Liceus as aulas de Introdução à História

Natural dos três Reinos”, revelando o interesse dos responsáveis por este projeto editorial para que ele fosse útil ao nível do ensino oficial.

Em “Duas palavras ao leitor”, no início da terceira série (1882), Xavier da Cunha, a quem o editor David Corazzi confiou a direcção literária dos “livrinhos”, afirmava:

“Tomando, como tomei, por modelos de forma as coleções análogas publicadas em França, na Itália e em outros países que marcham na vanguarda da civilização, - mas arquitetando [...] para a coleção portuguesa um plano [...] mais apurado e consciencioso do que o método seguido pelas coleções estrangeiras [...] declaro que nunca eu poderia desempenhar-me de tal compromisso [...], se não fosse o valiosíssimo auxílio dos colaboradores que encontrei” (BPE, 3ª série, 1882).

Os colaboradores eram “escritores portugueses e brasileiros”, merecendo o capitão João Maria Jalles uma homenagem assinada por Xavier da Cunha, no início da vigésima série (1888), por ser o colaborador em “maior número de opúsculos”. Entre os opúsculos de que João Jalles é autor, contam-se *Mineralogia* e *Geologia*. Também o autor de *Introdução às ciências físico-naturais*, João Cesario de Lacerda, contribuiu com vários volumes, que, em “Duas palavras ao leitor”, no início da terceira série (1882), Xavier da Cunha descreve como “médico ilustradíssimo”.

Nas primeiras vinte e duas séries foram publicados 176 volumes (cada volume dedicado a um tema), sendo aqueles cujo conteúdo considerámos no âmbito das ciências geofísicas: 4- *Introdução às ciências físico-naturais 1ª Serie* (1881); 29-*Mineralogia 4ª Serie* (1882); 31-*Geologia 4ª Serie* (1882); 91-*Topographia 12ª Serie* (1885); 160-*Vulcões e movimentos do solo 20ª Serie* (1888).

O volume *Introdução às ciências físico-naturais*, como apresentado, consta logo na primeira série, e inclui as primeiras noções em Física, Química, Geologia, Mineralogia, Botânica e Zoologia. O primeiro tema tratado nas primeiras noções de Geologia foi “Constituição do globo terrestre. Calor central”. Sobre este assunto, o autor concluía:

“É portanto muito provável que a massa central do globo esteja ainda atualmente no estado de fusão ígnea, assim mantida pelo calor central e coberta pela crosta sólida, em cuja superfície exterior vivemos e cuja

espessura não deve exceder uns 40 a 50 quilómetros. A esta probabilidade quase dão um cunho de certeza certos fenómenos que se passam na superfície do globo, como os tremores de terra, as erupções vulcânicas, etc” (Lacerda, 1881: 45).

E mais à frente, no tema dos vulcões, o autor acrescentava que os fenómenos vulcânicos “estão sempre ligados a tremores de terra, de que são, pode dizer-se, o último termo” (Lacerda, 1881: 47).

Na quarta série da BPE foi publicado um volume exclusivamente dedicado à mineralogia e um outro à Geologia, este com grande ênfase na estratificação, como se pode concluir pela análise do respetivo índice. Ainda neste volume, a Geologia era definida como um ramo de estudo da História da Terra que “remonta a uma grande antiguidade” (Jalles, 1882: 3), então explicada do seguinte modo:

“Não há povo algum que não tenha arranjado uma maneira de explicar a criação do mundo. O que significa essa explicação da criação do mundo, ainda mesmo quando envolvida pelas crenças religiosas, senão a *Geologia* tal qual esses povos a concebiam?” (Jalles, 1882: 3 e 4).

Em defesa de uma Terra demasiado antiga para que restasse qualquer vestígio da sua origem, contrariando por completo uma idade da Terra de cerca de seis mil anos, que resultava da análise bíblica, escreveu Charles Lyell na primeira edição da obra “Princípios de Geologia. Tentativa de Explicação das Modificações da Superfície da Terra por referência às Causas Que Agem atualmente” (1830-1833, três volumes). Outro contributo de Lyell para a Geologia enquanto ciência foi estipular que “as forças que agem no mundo atual são as mesmas que existiam no passado” (Bowker, 1996: 8), definindo assim leis gerais que podiam ser seguidas por outros geólogos.

O volume com o título “Vulcões e movimentos do solo”, da autoria de António Maria de Mattos Cordeiro, apresentado como “Tenente de Infantaria”, foi dividido em três partes: a primeira dedicada aos vulcões, a segunda a movimentos (lentos do solo, de elevação e depressão, e alternativos) e a terceira aos terremotos (com 20 das 64 páginas do volume). Esta terceira parte iniciou-se com a definição dos tremores de terra:

“Os tremores-de-terra são abalos súbitos mais ou menos violentos, movimentos de oscilação mais ou menos rápidos que os agentes interiores imprimem à crusta do globo, tornando-se sensíveis ou numa limitada extensão, ou em vastas superfícies” (Cordeiro, 1888: 44).

De acordo com o autor, os abalos eram em geral anunciados por “intensos ruídos subterrâneos” e acompanhados por fenómenos como:

“[...] as irregularidades que se observam nas estações que precedem ou seguem os tremores-de-terra; os vendavais a que sucedem calmarias; enormes aguaceiros que caem em épocas estranhas ou em regiões onde estes fenómenos são, por assim dizer, desconhecidos; a cor vermelha que toma o disco do Sol; uma escuridão que se produz na atmosfera e que às vezes continua por muitos meses; eflúvios elétricos, gás inflamável, vapores sulfurosos e mefíticos que se evoluem do solo; os gritos de alarme dos animais e o terror que eles manifestam quando a terra oscila, ainda que pouco; finalmente, uma sensação desagradável semelhante ao enjoo do mar, acompanhado de vertigens, que o homem sofre” (Cordeiro, 1888: 44-45).

Os abalos que se dão nos continentes transmitem-se aos mares produzindo “vagas de translação” de grande velocidade, que alagam tudo e produzem “efeitos destruidores”, acrescenta Cordeiro (1888: 45). E a propósito de efeitos, considerava que os terramotos modificam “bastante” o relevo do solo “resultando quase sempre abaixamento de terra”.

A causa mais aceite, comum aos tremores de terra e aos vulcões, era a de John Michell (1724-1793), que admitia que “enormes regiões repousem sobre a lava líquida” (Cordeiro, 1888; 47), sendo a agitação desta que originava a propagação de movimento nas rochas superiores. Novamente citando este autor do século XVIII, Cordeiro atribuía a causa do movimento vibratório a uma “pequena quantidade de vapor” e a do movimento ondulatório a “uma grande quantidade de vapor” (Michell, citado em Cordeiro, 1888; 47). Apesar de considerar a teoria de Michell como a mais aceite (ver capítulo 3), Cordeiro admitia que ela tinha sofrido objeções:

“A rutura e elevação de grandes massas de terreno, explica-se facilmente, por isso que o intenso calor do interior funde um grande número de substâncias, podendo mesmo reduzi-las ao estado gasoso. Estes gases, sujeitos como ficam a enormes pressões, adquirem uma tensão suficiente para arremessarem a grandes alturas rochedos enormes e produzirem agitações violentíssimas.

Em resumo podemos dizer que todos mais ou menos atribuem ao calor a causa dos tremores de terra.

Uns são evidentemente ligados às erupções vulcânicas. Os que não o estão diretamente, têm sido explicados por duas teorias opostas: uma que atribui estes fenómenos à ação do vapor aquecido; outra que os atribui apenas a causas mecânicas” (Cordeiro, 1888: 47).

Depois deste conjunto de “generalidades”, segue-se um pequeno catálogo com os terramotos em Portugal desde o ano 309 até 1755 e uma descrição dos efeitos do GTL. A parte dedicada aos terramotos inclui ainda um catálogo dos terramotos no Arquipélago dos Açores, por ilha, e termina com o vulcanismo no Arquipélago da Madeira e no de Cabo Verde. Cordeiro (1888: 56) refere que as notas sobre o GTL foram extraídas “com bastante concisão dos livros escritos sobre tal assunto”. Embora não identifique as fontes utilizadas no que diz respeito à sismicidade em Portugal, Cordeiro (1888) terá consultado a obra de Moreira de Mendonça, tal é a coincidência dos acontecimentos sísmicos registados no catálogo da BPE com aqueles que constam na *História Universal dos Terramotos* (todos os tremores de terra do catálogo da BPE constam na *História Universal dos Terramotos*, embora nesta constem ainda tremores de terra em 1337, 1347 e 1404 e 1724), assim como das respetivas descrições (por exemplo, “espantoso terramoto” a propósito do acontecimento sísmico no ano 309).

2.2.3-Biblioteca Cosmos (1941-1948)

Os volumes da BC analisados são *Introdução Geológica* (número 6) e *Introdução à Sismologia* (número 30), ambos de 1942, integrados na secção designada “Ciências e Técnicas” e da autoria de professores universitários.

O volume *Introdução Geológica* é da autoria de Carlos Assunção e tem cento e vinte e seis páginas, três das quais dedicadas à sismicidade e integradas num capítulo sobre tectónica com doze páginas no total. Os sismos ou tremores de terra são vistos

pelo autor como “movimentos bruscos” (Assunção, 1942: 74) e estando relacionados com zonas instáveis da crosta, onde também ocorrem “dobramentos” e “manifestações vulcânicas” (Assunção, 1942: 74). O autor considera que “incontestavelmente” os grandes abalos “estão ligados aos movimentos orogénicos” e que a origem dos abalos deve ser procurada “na acumulação de forças que provocam o dobramento da crosta” (Assunção, 1942: 76).

O volume *Introdução à sismologia* é da autoria de Raul de Miranda, o qual apresenta a sismologia, no preâmbulo, como tendo “vida recente” e “importância particular” para os portugueses. Seguem-se nove capítulos¹⁸, dos quais destacamos apenas o primeiro, o que consideramos mais adequado para o objetivo de conhecer as explicações sobre o fenómeno sísmico. Trata-se de uma historiografia de oito páginas (o volume tem cento e vinte e quatro páginas no total), desde a antiguidade clássica até ao século XX, iniciada pelas explicações sobre o fenómeno sísmico anteriores ao século XIX, destacando depois Raul de Miranda a influência dos vulcões e dos fenómenos químicos, teorias com numerosos adeptos no século XIX e ambas sustentadas pelo princípio do fogo. A teoria tectónica, estabelecida em 1873 por Suess, é a última a constar nesta historiografia sobre a ciência dos sismos.

O autor de *Introdução à Sismologia*, ainda no referido capítulo, considerava ter sido no século XIX que se estabeleceu ordem no “amontoado sem nexos” de factos e se fixaram “as leis por que se rege e os métodos de que se serve” a sismologia (Miranda, 1942: 14). Para o desenvolvimento e progresso desta nova ciência, o autor considerava que contribuíram a Física e a Matemática, além da Geologia. Quanto aos protagonistas portugueses, Raul de Miranda destacou, em épocas diferentes, Moreira de Mendonça, Pereira de Sousa, Paul Choffat e Alfredo Bensaúde, e Ferraz de Carvalho, este último, diretor do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra e, segundo o autor, o “sismólogo perfeito”, ao desenvolver todas as secções do Instituto e dando à sismologia uma “acuidade especial” (Miranda, 1942: 13).

Pode concluir-se que nas edições de matriz enciclopédica analisadas é dada atenção às explicações sobre o fenómeno sísmico, através de uma linguagem acessível para aqueles que são desconhecedores do assunto. As causas dos sismos vão desde o fogo subterrâneo e a fermentação dos minerais, as quais podemos encontrar, por exemplo, na obra de Teodoro de Almeida, no século XVIII, até à ideia de ações que desencadeiam movimentos vibratórios (na BPE, citando Mitchell) e da origem tectónica

(na BC, citando Suess), em projetos do final do século XIX e da primeira metade do século XX, editados por empresas com fins lucrativos e procurando uma ampla distribuição.

Nos volumes da BPE, no final do século XIX e início do século XX, verifica-se uma vontade expressa de conquistar o “mercado” do ensino, que não é tão evidente na BC (iniciada na década de 40 do século XX), embora ambas tenham sido, a seu tempo, agentes de instrução e de cultura geral. Os pequenos opúsculos que constituem a BPE, com perfil positivista, são da autoria de intelectuais e estão divididos por áreas de conhecimento. Também registamos a existência de volumes na BC especificamente dedicados a áreas científicas, como à geologia e à sismologia, da autoria de professores universitários. De referir que, no início do século XX, a sismologia instrumental dava os primeiros passos, sendo já possível constatar uma abordagem físico-matemática no volume da BC dedicado à sismologia.

Entretanto, a instituição da ciência, na forma de entidades e associações, dedicadas à atividade científica, permitira o aparecimento de publicações associadas a essas instituições de carácter técnico-científico. Analisaremos de seguida aquelas que deram atenção à ciência dos sismos.

2.3-A ciência dos sismos nas publicações das instituições de carácter técnico-científico

No decurso do século XVIII, as academias científicas proliferaram em todo o continente europeu, graças ao reconhecimento da utilidade da ciência por parte dos Governos de então. Elas facilitavam a comunicação direta entre os cientistas e, muitas vezes, suportavam bibliotecas, laboratórios e observatórios, contribuindo para o progresso das ciências. As academias também publicavam ou apadrinhavam atas, memórias e jornais científicos para divulgação dos resultados, sendo a primeira revista científica conhecida a *Philosophical Transactions*¹⁹ da Royal Society de Londres, publicada a partir de 1665 (Agudo, 1986).

A Royal Society já contava mais de um século de existência, quando a Rainha D. Maria I aprovou, no final de 1779, o Plano de Estatutos e no ano seguinte começou a funcionar a Academia Real das Ciências de Lisboa. Esta academia instalou-se no então Real Palácio das Necessidades, coabitando com a Congregação do Oratório. Teodoro de Almeida, entretanto eleito orador oficial da Academia (e já era sócio da Royal Society e

da Real Sociedade de Biscaia), discursou na sessão solene de abertura ao público, em 4 de julho de 1780 (Iria, 1986).

E foi na dependência da Academia das Ciências de Lisboa que, por portaria, foi instituída uma primeira comissão geológica, que terá iniciado funções em 1849 (Neiva, 1986). O engenheiro de minas Charles Bonnet ficou encarregue de fazer a cartografia geológica do país, objetivo que cumpriu apenas ao nível do Algarve (1850). Em 1857 foi criada a Comissão Geológica de Portugal, tendo por principal missão “efetuar o reconhecimento e elaborar cartografia geológica, um indicador de progresso e peça essencial de uma boa administração do território” (Carneiro, 2008: 10). Os diretores desta comissão foram Carlos Ribeiro (1813-1882) e Pereira da Costa (1809-1888)²⁰.

Em Coimbra, no seio de uma Academia dramática fundada em 1837 e que publicou revistas na imprensa, como a *Crónica Literária*, a partir de 1840, surgiu um instituto que se autonomizou com estatutos próprios, em 1851, definitivamente aprovados em 1852, o Instituto de Coimbra (Vasconceloz, 1895). O Instituto de Coimbra apresentava características semelhantes à Academia de Lisboa, como se pode concluir a partir da intenção anunciada no primeiro número publicado no respetivo jornal, que era constituir uma academia constituída por membros e sócios “tendo por fim geral a cultura das ciências e letras, - composta de três classes, de ciências morais e políticas, - físico-matemáticas, - e de literatura, belas letras e artes” (Forjaz, 1852: 1), aproveitando a proximidade da universidade do país.

Uma outra instituição de carácter técnico-científico surgida ainda no decorrer do século XIX, em 1869, foi a Associação dos Engenheiros Cívicos Portugueses. Em 1852, havia sido criado o Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria e o corpo de engenharia, em que participavam engenheiros civis e militares²¹. Nessa época, os engenheiros portugueses eram maioritariamente militares e muitos dos engenheiros não militares tinham obtido a sua formação em escolas superiores francesas e alemãs, o que acabou por gerar mau estar entre civis e militares (Rollo, 2009). Os trabalhos públicos exigiam um corpo de engenharia civil distinto da estrutura militar, tendo sido criado para o efeito, em 1864, o Corpo de Engenharia Civil e Auxiliares, mas que haveria de ser extinto em 1868. E foi na reação dos engenheiros civis a esta extinção que foi criada a Associação dos Engenheiros Cívicos Portugueses. Inicialmente, a Associação teve preocupações a nível normativo e valorativo do papel profissional do engenheiro, para depois se focar na identificação do carácter especializado dos conhecimentos científicos

e na sua aplicação prática (Diogo, 1994). Logo a partir de 1870, a visibilidade pública da Associação ficou a cargo da *Revista de Obras Públicas e Minas* (ROPM).

A Academia das Ciências de Lisboa, os Serviços Geológicos, o Instituto de Coimbra e a Associação dos Engenheiros Civis Portugueses foram instituições de carácter técnico-científico que, no panorama nacional, com meios próprios de divulgação, contribuíram para a comunicação da ciência dos sismos. Cada um destes meios de divulgação, apresentado por ordem decrescente de antiguidade, será analisado tendo em conta a atenção que deu à ciência dos sismos.

2.3.1-Publicações da Academia de Ciências de Lisboa

Em 1797, o Presidente da Academia de Ciências de Lisboa, o Duque de Lafões, pediu ao Rei soberana protecção para as *Memórias das Ciências Exactas e Naturais*. No prólogo da primeira publicação reconhece-se que as corporações literárias são “um dos meios mais eficazes para o adiantamento de toda a casta de conhecimentos”, o que motivou o nascimento da Academia, mas a publicação das *Memórias* era necessária para a concretização do seu papel:

“[...] não só para que sejam uma prova do efetivo trabalho dos Académicos, mas para que sirvam a promover a utilidade pública, objeto da Instituição da Academia” (Prólogo das *Memórias da Academia Real das Ciências de Lisboa*, 1797).

A esta primeira publicação vão seguir-se outras, distribuídas por várias séries, com os títulos de *Memórias da Academia Real das Ciências de Lisboa*, *Memórias de Matemática e Física da Academia Real das Ciências de Lisboa*, *História e Memórias da Academia Real das Ciências de Lisboa*, *História da Academia Real das Ciências de Lisboa para o ano...* ou ainda *Memórias da Academia Real das Ciências de Lisboa, 1ª classe – Ciências Matemáticas, Físicas e Naturais*. Estas publicações serviam para arquivar “os estudos dos sócios, as suas investigações pessoais, as suas comunicações desenvolvidas, as suas memórias” (Simões, 1936: VII).

As memórias eram escritas quer por sócios quer por correspondentes e estavam organizadas em tomos, alguns com duas partes. Até 1914 foram publicados trinta e sete memórias e trabalhos no âmbito da física e das ciências da terra (num total de cento e

setenta e três memórias e trabalhos incluídos em vinte e dois tomos), mas nenhum que se pudesse considerar diretamente relacionado com a ciência dos sismos.

Após a proclamação da República (1910), a Academia perdeu um meio importante para desenvolver a sua atividade, a tipografia. Esta situação contribuiu para uma interrupção na publicação dos trabalhos, a qual só foi retomada em 1936, com o título *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa* e segundo a organização em vigor: ciências matemáticas, ciências físico-químicas, ciências histórico-naturais, ciências médicas e história das ciências (Simões, 1936).

Para divulgar investigações, mas sem as “proporções” das memórias Académicas, a Academia também subsidiou o *Jornal de Ciências Matemáticas, Físicas e Naturais*, a partir de 1866 (Agudo, 1986: 1337). Esta publicação sucedeu aos *Annaes das Sciencias e Lettras* da Academia Real das Ciências e contou, entre outros, com a colaboração de Carlos Ribeiro, Nery Delgado e Paul Choffat, todos eles a seu tempo com funções científicas nos serviços geológicos de Portugal. Até 1924, ao longo de três séries, foram publicados vinte e três tomos onde constam um total de quinhentos e setenta e sete trabalhos, sendo quinze dedicados à física e às ciências da terra. Destes, um era dedicado especificamente ao sismógrafo horizontal Wiechert (publicado no tomo relativo a trabalhos dos anos 1923/1924), da autoria de Jaime Aurélio Wills de Araújo, engenheiro hidrógrafo.

2.3.2-Comunicações e Memórias dos Serviços Geológicos

A regularidade entretanto atingida na produção científica das primeiras comissões geológicas possibilitou, a partir de 1885, a criação de um dos “primeiros periódicos científicos portugueses especializados, as *Comunicações da Secção dos Trabalhos Geológicos*” (Carneiro, 2008: 12), impresso na tipografia da Academia Real das Ciências até à implantação da República. No período tido em conta (até à morte de Pereira de Sousa, em 1931), foram publicados dezassete tomos incluindo 198 comunicações, cerca de um quarto (53) das quais dedicadas à estratigrafia e paleontologia, e apenas quatro à sismologia. O colaborador com mais comunicações foi Paul Choffat (1849-1919) que, a propósito dos vales tifónicos, um acidente geotectónico descoberto e por si relatado nas referidas comunicações²², foi referido no manual de Gonçalves Guimarães que analisaremos na secção seguinte. Este geólogo suíço assistiu ao Congresso Geológico, em Paris, em 1878, onde provavelmente conheceu Carlos

Ribeiro, então chefe da Secção dos Trabalhos Geológicos de Portugal, o qual lhe terá dirigido o convite para visitar Portugal²³.

Paul Choffat e Pereira de Sousa foram os autores da totalidade das comunicações e memórias dedicadas à ciência dos sismos (ver tabela 2.5), publicadas pelos Serviços Geológicos até 1931. Pereira de Sousa introduziu nas *Comunicações*, em 1911, um registo dos macrossismos acontecidos em Portugal. Na primeira comunicação anunciava:

“Sendo a Sismologia Geológica um dos instrumentos modernos para o conhecimento da Tectónica de um país e constituindo um dos ramos da Geologia, lembrei-me que seria útil registrar anualmente nas *Comunicações do Serviço Geológico* os macrossismos que tinham acontecido no país” (Sousa, 1914b: 199).

Com a referida frequência anual, Pereira de Sousa manteve o registo dos macrossismos ocorridos em Portugal entre 1911 e 1922, com publicação em três diferentes tomos (ver tabela 2.5).

TABELA 2.5. *Comunicações (C) e Memórias (M)* no âmbito da ciência dos sismos publicadas pelos Serviços Geológicos de Portugal, até 1931. Extraído de Beato e Sousa (1988).

Ano	Tipo	Título	Autor	Observação
1889	M	Étude géologique du tunnel du Rocío. Contribution à la connaissance du sous-sol de Lisbonne	P. Choffat	Publicação impressa na Academia Real das Ciências. A partir da p.96 o autor faz estudo sobre o efeito da propagação das ondas sísmicas em diferentes litologias.
1904	C (V)	Les tremblements de terre de 1903 en Portugal	P. Choffat	Dos vários sismos ocorridos em 1903, o autor destaca o de 9 de agosto, pela intensidade inusual, e caracteriza parametricamente este acontecimento com base em informações recolhidas em jornais como o <i>Diário de Notícias</i> e <i>O Século</i> . Apesar de menos disponível, o autor analisa também informação sobre sismos anteriores (incluindo 1755) e finaliza com três cartas de isossistas.
1911	M	Études sur le séisme du Ribatejo du 23 Avril 1909	P. Choffat e A. Bensaúde	Publicada tradução deste estudo, para português, em 1912, o qual é analisado no capítulo 5.
1913	C(IX)	Bibliographie Géologique du Portugal et de ses colonies	P. Choffat	Lista de onze trabalhos sobre sismologia, publicados em Portugal entre 1909 e 1912 (pp.270-275). Inclui três resumos de trabalhos publicados em revistas estrangeiras.
1914	C (X)	Principais macrossismos em Portugal (Anos de 1911, 1912 e 1913)	F. L. Pereira de Sousa	O autor solicitou à direção do <i>Diário de Notícias</i> (e foi atendido) informação sobre os abalos sísmicos ocorridos nas localidades com correspondentes do referido periódico, de modo a determinar a intensidade desses abalos.
1917	C (XII)	Principais macrossismos em Portugal (Anos de 1914, 1915 e 1916)	F. L. Pereira de Sousa	O registo e estudo dos macrossismos continua a ser feito com base em indicações dos jornais e em inquéritos realizados por meio de bilhetes postais. O autor destaca o papel do inquérito para o referido estudo.
1922	C (XIII)	Principais macrossismos em Portugal (Anos de 1917, 1918, 1919, 1920, 1921 e 1922)	F. L. Pereira de Sousa	
1919-1932	M	O terramoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e um estudo demográfico	F. L. Pereira de Sousa	Quatro volumes (I e II, de 1919, III de 1928 e IV de 1932), o último dos quais publicado já após a morte do autor, incluindo a nota necrológica. Este estudo é analisado no capítulo 4.

2.3.3-*O Instituto*, jornal científico e literário (1852)

Entremos no contexto do território da Universidade de Coimbra. Sucedendo à *Revista Académica*, em abril de 1852 saía então o primeiro número do jornal científico e literário (mais tarde revista), *O Instituto*, anunciando os referidos redatores que seriam admitidos trabalhos das três classes, tanto de sócios como de estranhos, de reconhecido mérito, e afirmando-se “animados de sincero zelo pela santa causa da educação e instrução do povo” (Forjaz, 1852: 2). A regularidade mantida foi quinzenal.

Até ao 100º volume (1942) e ao ritmo de aproximadamente um volume por ano, foram publicados vinte e um trabalhos na área da Física, vinte e três na área da Geologia e trinta e sete na área da Geofísica. Destes, dezanove tiveram por âmbito a Meteorologia, a área da Geofísica com mais contributos, seguindo-se sete dedicados ao tema dos sismos (ver tabela 2.6). De referir que logo no primeiro número, em 1853, surgiu uma “notícia topográfica e geológica da Serra do Buçaco”, a propósito de “Os banhos de Luso”. A Geologia voltou a ser tema, ainda no primeiro volume, através de uma “notícia sobre os sistemas de montanhas”, de Elie de Beaumont:

“[...] admitida, digo, a existência d’aqueles sistemas [de montanhas], não poderá deixar de admitir-se também, como consequência necessária, a existência de forças gerais e constantes, obrando com diversa intensidade, mas simultaneamente, em todo o globo, nos diversos períodos da sua formação geológica” (Abreu, 1853: 182).

Nesta “notícia” sobre a origem das montanhas e das forças que viriam a ser associadas às causas dos sismos (ver capítulo 3) são citadas as *Comptes rendus* da Academia de Ciências de Paris. Nos textos analisados na tabela 2.6 verifica-se nova referência à Academia de Ciências de Paris, bem como um texto traduzido e mais dois textos de autoria espanhola. A revista de Coimbra cumpre assim, ao longo de mais de setenta anos do período analisado, o seu papel de divulgação científica (e literária), procurando transmitir a atualidade científica nacional e estrangeira, a par do seu papel literário.

Quanto ao teor dos trabalhos sobre terremotos, os quatro publicados a partir de 1909 têm uma abordagem físico-matemática, pelo que se podem enquadrar no âmbito da sismologia instrumental. O mais recente foi publicado em 1925, um estudo atual dos tremores de terra (quarenta e oito páginas do primeiro número do volume 72º, que tinha cento e trinta e quatro páginas no total). Este estudo era da autoria de Anselmo Ferraz

de Carvalho (1878-1955), no âmbito de um novo ramo das ciências, a sismologia, que considerava dividido em dois:

“[...] compreendendo um, nas suas investigações, especialmente os seus aspetos geológicos – sismologia geológica; o outro os seus aspetos dinâmicos – a sismologia física” (Carvalho, 1925: 88).

Anselmo Ferraz de Carvalho foi, como veremos na secção seguinte, autor de manuais escolares (ver mais informação biográfica no apêndice I) e também o autor da biografia publicada no centésimo volume, sobre Gonçalves Guimarães, outro autor de manuais de ensino e colaborador assíduo da revista em temáticas tão diversas como mineralogia, química, zoologia, ensino e ortografia.

Após 1925 e até 1942 nenhum outro contributo relacionado com o tema dos terremotos foi publicado pela revista *O Instituto*, nem se registou qualquer contributo do conterrâneo Raul de Miranda, que viria a editar essa revista portuguesa única dedicada à sismologia e às ciências geofísicas, *A Terra*. Analisaremos de seguida a revista da Associação dos Engenheiros Civis Portugueses, uma publicação que também deu uma atenção especial à ciência dos sismos após 1909.

TABELA 2.6. Trabalhos no âmbito da ciência dos sismos publicados em *O Instituto*, até 1942. Extraído de Loureiro (1937) e índices dos volumes 91º a 100º (1949).

Ano	Vol.	Título	Autor	Observação
1854/55	3	Física do Globo. Influência da Lua nos terramotos.	S. P.	Texto baseado numa comunicação de Alexis Perrey à Academia das Ciências de Paris, que conclui (sem apresentar os dados) ser máximo o número de terramotos na distância perigeia da Lua e mínimo na apogêa.
1872	15	Terramotos em Portugal em 1531	Vieira de Meireles	Descrição dos efeitos dos terramotos de 1531, com destaque para os versos do cronista trovador, Garcia de Resende.
1904	51	Hamburgo e o terremoto de Lisboa do 1º de Novembro de 1755	Grüneberg, E.	Tradução de artigo publicado em Zeitschrift des Vereines für Hamburgische Geschichte. Hamburgo, 1855.
1909	56	Geodinâmica telúrica. Cálculo provisório da profundidade do hipocentro do sismo de 23 de Abril de 1909	Egas de Castro	A partir da escala de intensidade sísmica proposta por Adolpho Cancani (ver apêndice E), e das investigações de J. Milne e F. Omori, o autor acede a valores limites da aceleração do movimento sísmico em função do grau de “força”, e com uma abordagem física e matemática chega ao valor de 7,5 km de profundidade para o foco deste sismo (pp.586-599).
1915	62	Essai de quelques formules applicables aux macrosismes	Manuel Maria Sanchez Navarro	Os dados obtidos por Egas de Castro são utilizados por Manuel Navarro de modo a comparar o terramoto de Benavente com outros ocorridos na Península Ibérica e em Avezzano (13 de janeiro de 1915), segundo parâmetros cujos valores foram determinados com recurso a fórmulas matemáticas (pp.529-535).
1917	64	El terremoto y los edificios. El sismógrafo.	Manuel Maria Sanchez Navarro	Um ensaio sobre sismologia em língua espanhola (35 páginas distribuídas por dois números), adaptado de uma conferência dirigida à Associação Espanhola para o Progresso das Ciências, que foi desenvolvida tendo por base a projeção de gráficos obtidos pelos instrumentos na estação sismográfica (Cartuja, Granada) que o autor dirigia.
1925	72	O estudo actual dos tremores de terra	Anselmo Ferraz de Carvalho	Estudo que originou separata com 50 páginas, com uma abordagem de pendor geofísico e que termina com o apelo à construção anti-sísmica. Referência a um terramoto na costa sul de Honshu, no Japão, em 1923, o qual, de acordo com Agnew (2002) terá levado à fundação do Instituto de Pesquisa de Terramotos (Tóquio). A sismicidade de Portugal é analisada a partir de um catálogo sísmico da autoria de Manuel Navarro, o qual tem a seu cargo a estação sismológica de Granada.

2.3.4-Revista de Obras Públicas e Minas (1869)

A *Revista de Obras Públicas e Minas (ROPM)* apresentou-se no primeiro número sem a pretensão de ser uma publicação científica, preferindo antes as “questões práticas”. O seu objetivo era preencher uma lacuna na “literatura periódica” do país dando “notícia das principais obras executadas em Portugal” e “tornar conhecidos os imensos recursos naturais”, minerais e vegetais, que o solo proporciona (*ROPM*, 1870: 1). Os editores da revista propunham-se publicar em paginação separada toda a legislação relativa a obras públicas e minas, bem como às indústrias agrícola e fabril, dando continuidade ao entretanto suprimido *Boletim das Obras Públicas*. A Revista também publicaria “memórias, relatórios, projetos, notícias ou correspondências que os sócios lhe enviarem” (*ROPM*, 1870: 2).

Até 1909, a revista publicou mensalmente trabalhos sobre o caminho-de-ferro, túneis, portos, minas, esgotos, iluminação e o telégrafo, a par de alguns trabalhos sobre temas relativos às ciências geofísicas, dominando as observações meteorológicas que eram apresentadas na forma de boletins/mapas organizados mensalmente. No que à sismicidade diz respeito, uma única e breve referência a um terramoto, na China, que se transcreve:

“Entre os muitos que tem havido no ano atual em diferentes regiões do globo, ligeiros na Europa e desastrosos na América, deve mencionar-se especialmente o da China, que destruiu a cidade de Beethang, perecendo cerca de 3000 habitantes nos entulhos de 2000 casas. Fez-se sentir n’uma extensão maior de cem léguas, abrindo-se em diferentes pontos profundas cavidades, que constituem verdadeiros precipícios” (*ROPM*, 1871: 434).

A fonte para esta descrição foi uma publicação estrangeira, a *Revista minera*. Uma outra publicação estrangeira, *The Engineer*, vai servir de fonte para explicar a solidez do interior da Terra:

“Segundo o que o professor James Dana escreveu no jornal *American Journal of Science and Art* – parece estar demonstrado, por meio de argumentos astronómicos e físicos – argumentos que são independentes das observações geológicas diretas -, que o interior do nosso globo é essencialmente sólido, sendo para notar que o professor W. Hopkins foi

quem pela primeira vez apresentou, em 1839, um argumento matemático para provar que o interior da Terra é sólido ou que a Terra é revestida de uma crosta sólida muito grossa” (*ROPM*, 1873: 378).

O interesse pelas revistas estrangeiras foi revelado de modo mais explícito, a partir de 1893, pois a *ROPM* passou a ter uma secção para fazer o sumário dos principais artigos das revistas científicas estrangeiras. E a partir de 1899, o índice passou a estar organizado tematicamente, no final de cada volume, sendo os temas da Geodesia e da Geologia os mais frequentes das ciências geofísicas, a seguir à Meteorologia.

No período subsequente ao terramoto de Benavente, ocorrido a 23 de abril de 1909, a *ROPM* registou diversas contribuições dedicadas à ciência dos sismos, acompanhando com especial atenção os primeiros passos do desenvolvimento da sismologia instrumental e a organização de um serviço sismológico nacional (ver tabela 2.7). De referir ainda que Pereira de Sousa começou a publicar na revista aqueles trabalhos que viriam depois a dar origem à sua obra de quatro volumes “O Terramoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo demográfico”, publicados como *Memórias* pelos Serviços Geológicos, entre 1919 e 1932, porque a revista “não podia comportar o desenvolvimento” que tencionava dar ao assunto (Sousa, 1919: 1).

Os contributos de Pereira de Sousa, incluídos em tomos de 1914 e 1915, foram os últimos relacionados com a ciência dos sismos a constar na revista até 1922. Após esta data, a revista passou a designar-se *Revista de Obras Públicas e Minas e das Ciências aplicadas à indústria* (até 1926). Nesta nova versão, a revista apresentava-se com texto em duas e três colunas por página e com publicidade no final da revista, mas a ciência dos sismos não voltou a contar com publicações neste periódico. Entre 1927 e 1936 foi publicada a *Revista da Associação dos Engenheiros Cívicos Portugueses*, abandonando definitivamente a designação de *Revista de Obras Públicas e Minas*.

TABELA 2.7. Trabalhos relacionados com a ciência dos sismos publicados após o TB na *Revista de Obras Públicas e Minas*. Extraído de Choffat (1913) e *ROPM*.

Ano e Tomo	Título	Autor	Observação
1909 (40)	Tremor de terra do dia 23 de abril de 1909 – Comissões e excursões de estudo	---	Crónica sobre comissões nomeadas nas portarias de 29 de abril, em que a Associação dos Engenheiros Cívicos Portugueses é “numerosamente representada” (pp.264-266).
	Efeitos do terremoto de 1755 nas construções de Lisboa	Pereira de Sousa	Conferência feita a 8 de maio de 1909 (pp.283-495).
	Os estudos sismológicos em Portugal - Sismografia	---	Crónica sobre as respostas dos Observatórios meteorológicos nacionais e da repartição da Associação Internacional Sismológica à circular da Direção Geral da Instrução Secundária, Superior e Especial, “sinais de investigação sismológica” mas de “publicidade escassa”, que o cronista refere fazer parecer que nada se passaria após o TB (pp.622-632).
	Sur les tremblements de terre en général et sur les rapports entre ceux de Portugal et ceux de l'Italie méridionale	Paul Choffat	Conferência feita a 27 de fevereiro de 1909, cerca de dois meses antes do TB (pp.18-32).
	Efeitos dos tremores de terra nas minas de Aljustrel e de S. Domingos	Roldan y Pego	Na sessão ordinária de 8 de maio de 1909, Roldan y Pego refere que o diretor das minas de Aljustrel o informou que “nem um só dos operários que trabalhavam no interior sentiu o fenómeno” (p.241).
1910 (41)	Excursão da Associação dos Engenheiros Cívicos a Samora Correia e Benavente	---	Descrição de uma “excursão de estudo” (p.20), no dia 6 de maio, envolvendo 50 sócios da Associação dos Engenheiros Cívicos.
	Os estudos sismológicos em Portugal.- O sismo de 23 de abril de 1909 em Portugal e suas relações com a natureza geológica do solo.	---	Crónica sobre a concordância entre a distribuição dos efeitos do sismo e os caracteres geológicos e orográficos do país, onde também se conclui que o epicentro não foi no oceano (pp.823-828).
	Contribuição para o estudo dos tremores de terra em Portugal. – O abalo sísmico de 23 de abril de 1909	Ferreira Diniz	Esta contribuição de 57 páginas apresenta-se dividida numa introdução à sismologia, os principais abalos sísmicos de Portugal (com uma longa citação a Moreira de Mendonça) e o abalo sísmico de 23 de abril de 1909 (pp.305-361, mais estampas e sismograma registado pelo pêndulo horizontal de Milne instalado no Observatório Meteorológico da Universidade de Coimbra).
1912 (43)	Le tremblement de terre du 23 avril 1909 dans le Ribatejo	Paul Choffat	Conferência do sócio Paul Choffat sobre o abalo de terra no Ribatejo (pp.31-50).
	Ata da sessão de 18 de dezembro de 1911	---	Descrição da sessão em que decorreu a conferência de Paul Choffat sobre o abalo de terra no Ribatejo (pp.51-54).
1914 (45)	O megassismo do 1º de novembro de 1755 em Portugal. Distrito de Faro.	Pereira de Sousa	Este trabalho viria a dar origem à obra de quatro volumes “O Terramoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo demográfico”, publicada como <i>Memória</i> pelos Serviços Geológicos (pp.153 e 213 e pp.1-2 e 97-304).
1915 (46)			

A análise das publicações de instituições de carácter técnico-científico permite-nos concluir que o terramoto de Benavente, ocorrido no final da primeira década do século XX, fez aumentar a atenção dada ao tema pelas instituições responsáveis por essas publicações, tendo os geólogos dos Serviços Geológicos, Paul Choffat e Pereira de Sousa, assinado muito do que se escreveu sobre o assunto, tanto nas comunicações e memórias dos Serviços Geológicos como nos trabalhos publicados na *ROPM*. Estes geólogos colaboraram com a Associação de Engenheiros Cívicos Portugueses, que através da sua revista deu a conhecer os primeiros passos da sismologia instrumental e da organização de um serviço sismológico nacional. Nas três primeiras décadas do século XX, Paul Choffat, primeiro, e Pereira de Sousa, mais tarde, foram personalidades que se destacaram na comunicação pública da ciência dos sismos²⁴. Registe-se, no entanto, que a revista de Coimbra, *O Instituto*, nunca apresentou trabalhos escritos por estes geólogos.

No período anterior à sismologia instrumental, a ciência dos sismos não foi um tema com relevância por parte deste tipo de publicações, sendo de destacar o peso da estratigrafia e da paleontologia nas comunicações dos serviços geológicos na segunda metade do século XIX, áreas geológicas necessárias para que os Serviços cumprissem a missão de elaborar a Carta Geológica de Portugal. A atividade das instituições, nomeadamente ao nível da comunicação pública, nem sempre foi regular, como aconteceu com a Academia das Ciências de Lisboa, uma associação científica que iniciou funções ainda no século XVIII, sendo depois acompanhada, no papel de desenvolvimento da ciência e de divulgação científica, a partir de meado do século XIX, pelo Instituto de Coimbra. No espectro das ciências geofísicas, a análise efetuada à publicação do Instituto de Coimbra revelou que a Meteorologia foi uma área com mais contribuições do que a Sismologia.

Das universidades e com ligações às instituições responsáveis pelas publicações de carácter técnico-científico que analisámos, vieram os autores dos manuais escolares que contribuíram para o ensino da ciência dos sismos em Portugal. Analisaremos de seguida alguns desses manuais utilizados no ensino liceal.

2.4-O tema dos sismos nos manuais destinados ao ensino liceal

Os manuais escolares desempenharam durante o século XIX e primeira metade do século XX um papel significativo no ensino da Geologia. Os manuais escolares são “documentos privilegiados” para identificar “as concepções científicas e pedagógicas vigentes à época da sua utilização” (Amador, 2008: 11). Antes de usarmos então este tipo de fonte para a análise das concepções associadas aos sismos, destacaremos alguns aspetos das principais reformas do ensino secundário, depois da criação dos liceus e até ao Estado Novo, de modo a caracterizar o contexto educativo nacional em que surgiu cada um dos manuais escolares que analisaremos.

Nos poucos meses da gestão da pasta do Reino²⁵ por Passos Manuel, entre 1836 e 1837, foram sucessivamente publicadas as reformas dos estudos primário, secundário e superior. Antes, segundo Maia, “não havia, em Portugal, Ensino Secundário de Ciências Naturais” (Maia, 1942: 307). A reforma da instrução secundária determinou que as matérias estariam distribuídas por dez cadeiras²⁶, incluindo a sétima “Princípios de Física, de Química e de Mecânica aplicada às Artes e Ofícios” e a oitava “Princípios de História Natural dos três reinos da Natureza aplicados às Artes e Ofícios”, revelando um ensino de orientação técnico-científica e inovador no plano físico-matemático, com disciplinas como Aritmética, Álgebra, Trigonometria e Desenho. Nos edifícios dos instituídos “liceus” deveriam existir sempre uma biblioteca para uso dos professores e dos alunos, um Laboratório Químico, Gabinetes de Física, de Mecânica e de História Natural e, como anexo, um Jardim Botânico. Em 1844, uma nova reforma geral do ensino, promovida por Costa Cabral, reduziria o ensino científico nos Liceus. Dar mais ou menos peso às disciplinas de caráter científico foi polémica que acompanhou os primeiros anos do ensino liceal (Carvalho, 2008; Fernandes, 1998; Maia, 1942).

Entretanto, o ensino experimental e de observação preconizado pela reforma de Passos Manuel enfrentou muitas dificuldades e só em 1860 as disciplinas modernas de ciências foram definitivamente introduzidas na legislação portuguesa, integradas num curso com duração de cinco anos. Após sucessivas modificações organizativas e curriculares, o curso dos Liceus foi dividido em curso geral (quatro primeiros anos) e curso complementar (dois últimos anos, opção de Ciências ou Letras), em 1880, uma reforma promovida por Luciano de Castro com o intuito de preparar os alunos para o ensino universitário. Em 1886 era instituída a uniformidade do curso de seis anos para todos os liceus e para todos os alunos, também da responsabilidade de Luciano de

Castro (Carvalho, 2008). Com esta organização, a disciplina de Elementos de História Natural e de Física e Química fazia parte do plano de estudos do curso geral e do curso complementar de Ciências (Maia, 1942).

O ano de 1895 encerrou o “primeiro ciclo da história do ensino liceal em Portugal” (Maia, 1942: 310), caracterizado por um ensino por disciplinas independentes e a Reforma entretanto regulamentada procurava pôr termo a um “estado de lastimável decadência” (Maia, 1942: 310) do Ensino Secundário. As novas necessidades, ditadas pela evolução científica e tecnológica, são a justificação para o aumento do curso liceal para sete anos, os primeiros cinco constituindo o Curso geral e os dois últimos o Curso complementar, na que ficou conhecida como reforma de João Franco-Jaime Moniz. O curso complementar não estava dividido numa primeira fase mas, a partir de 1905, passou a dois ramos, Letras e Ciências (Maia, 1942; Guedes, 1996). O currículo foi organizado “em moldes modernos e científicos”, com um “corpo de disciplinas inter-relacionadas e adequadamente sequenciado, em conformidade com as capacidades intelectuais do educando”, considera Guedes (1996: 78). O estudo da Geologia, com “Lições elementaríssimas sobre Geologia” a surgir no 5º ano (V classe), prevendo o estudo dos tremores de terra, e “Mineralogia” e “Geologia” no 7º ano (VII Classe)²⁷, constituiu um exemplo desta sequenciação adequada às capacidades do aluno.

Já após o fim da monarquia merece referência a instituição, em 1914, de cursos de trabalhos individuais educativos (práticos) nos liceus, onde houvesse material didático suficiente e instalações adequadas, destinados aos alunos da 6ª e 7ª classes e em disciplinas como a Física e as Ciências Geológicas. No ano do golpe militar que colocou termo à I república, em 1926, o regime da Ditadura, pela mão do ministro da Instrução, Ricardo Jorge, reduziu a escolaridade liceal para seis anos. Ao Curso complementar de Ciências, um curso preparatório para o Curso superior, agora reduzido a um ano (tal como o de Letras), foram retiradas as disciplinas de Português, Inglês e Alemão (Carvalho, 2008) e integradas as Ciências Geológicas, como disciplina independente, com três aulas semanais de 50 minutos, uma delas prática (Maia, 1942).

Em 1936, já com Carneiro Pacheco como ministro da Educação Nacional do governo de Salazar e seguindo um “modelo nacionalista”, a reforma do ensino liceal levou a uma simplificação do esquema do currículo escolar, que se traduziu num curso de sete anos igual para todos, em regime de disciplinas e sem a bifurcação em Letras e Ciências (que foi, no entanto, reposta em 1941). A esperança de uma viragem na política nacional com o fim da segunda Guerra Mundial não se concretizou, como

sabemos, mantendo-se a “repressão do Estado” (Carvalho, 2008: 783) por mais três décadas.

Tendo em atenção este período de tempo, século XIX e primeira metade do século XX, Amador (2008) classificou os manuais escolares de Geologia em três grupos: anteriores à reforma de Luciano de Castro (da autoria de antigos alunos da Escola Politécnica de Lisboa e do Instituto Maynense, e com influência de autores franceses), anteriores à reforma de Carneiro Pacheco (da autoria de professores universitários e com referências à Geologia portuguesa), e posteriores à reforma de Carneiro Pacheco e anteriores a 1950 (da autoria de professores de liceu). Analisaremos de seguida cinco manuais destinados ao ensino de geologia que considerámos representativos das concepções sobre terremotos em diferentes épocas, o primeiro (Rodrigues, 1845) anterior à reforma de Luciano de Castro e os quatro seguintes (Almeida, 1881; Guimarães, 1897; Carvalho e Moura, 1929; Carvalho e Moura, 1932) anteriores à reforma de Carneiro Pacheco, segundo a classificação de Amador (2008).

2.4.1-Philippe Rodrigues, *Lições Elementares de História Natural* (1845)

Um manual disponível para o ensino da Geologia pouco depois da criação dos liceus era o *Lições elementares de História Natural*, de Philippe José Rodrigues, militar e antigo discípulo da Escola Politécnica de Lisboa e da Escola do Exército. A terceira parte deste manual destinado ao Curso de Introdução da Escola Politécnica era dedicada à mineralogia e geologia. O conteúdo do manual estava dividido em doze lições, as dez primeiras relativas à mineralogia e só na décima primeira era apresentada a Geologia:

“A Geologia é a ciência que ensina a conhecer o interior da terra, e a disposição, que guardam entre si as grandes massas minerais, que a compõem” (Rodrigues, 1845: 94).

Segue-se uma descrição da “figura da terra” e informação sobre a sua densidade, desigualdades e grandeza relativa das desigualdades da sua superfície, bem como sobre as profundidades a que se tem chegado. A alteração da superfície terrestre pela água e pelo fogo, agentes que são vistos como contribuindo para a “formação das massas minerais” (Rodrigues, 1845: 100) era também tema da lição. A água e o fogo eram considerados pelo autor como poderosos elementos de destruição que:

“[...] forjam de contínuo nas subterrâneas cavernas os meios da nossa ruína; e se a espessura progressivamente crescente da crusta terrestre nos protege alguma coisa dos seus ataques, não deixam por isso de ser mortíferas essas mesmas arremetidas, com que de tempos a tempos nos dão o alarme, ora num ponto ora noutra; como foram o terramoto de 55, e de nossos dias o da Vila da Praia; nos quais como que experimentam as suas forças, talvez em quanto preparam meios para a nossa total subversão” (Rodrigues, 1845: 101).

Há ainda uma parte da lição dedicada à concordância dos factos geológicos com os “livros santos”, onde o autor utiliza as observações feitas nos estratos para concluir que “tudo no interior do globo se acha em harmonia com a História Sagrada” (Rodrigues, 1845: 99). Na lição seguinte, a última do manual, a geogenia, ou seja, a criação da Terra a partir de um estado de fusão, é o último tema abordado. À medida que a Terra foi arrefecendo, uma crosta delicada formou-se e não suportando o peso da água que se ia acumulando na sua superfície abateu e originou as cadeias de montanhas e as profundas cavidades. De acordo com o autor, a história da terra e da vida envolveu “deslocamentos”, “abalos”, “catástrofes”, “revoluções” e “acidentes”, culminando com o aparecimento do homem na terra quando “a crusta terrestre esteve suficientemente consolidada” (Rodrigues, 1845: 110). A concordância das observações geológicas com os “livros santos” foi novamente invocada a propósito de uma última revolução, com “quarenta e alguns séculos”, o “dilúvio” (Rodrigues, 1845: 110). Quase um século depois do GTL, uma abordagem ao fenómeno sísmico de acordo com os “livros santos” presente num manual de ensino.

2.4.2-Xavier de Almeida, *Elementos de Mineralogia e Geologia* (1881)

O manual intitulado *Elementos de mineralogia e de Geologia*, destinado, conforme indicação no próprio manual, para “uso dos liceus e institutos de instrução secundária” (Almeida, 1881) surgiu na época em que entrava em vigor a reforma de Luciano de Castro. Quem redigiu este manual, em conformidade com o programa oficial, foi, mais uma vez, um antigo aluno da Escola Politécnica e também naturalista da Secção mineralógica do Museu Nacional de Lisboa, Francisco Augusto Xavier de Almeida. O manual apresentava 164 páginas, das quais 56 dedicadas à mineralogia e

100 à geologia. O autor incluiu o tema dos terremotos no segundo capítulo da Geologia, juntamente com o tema do vulcanismo, pois:

“Pelo nome genérico de vulcanismo compreendemos o grupo de ações ígneas, direta ou indiretamente ligadas com os vulcões, e que mais ou menos dependem de calor interior do globo terrestre. São manifestações do vulcanismo os tremores de terra e os terremotos, as erupções vulcânicas, os levantamentos e abaixamentos de solo, as erupções de água quente, etc” (Almeida, 1881: 82-83).

Os tremores de terra eram assim manifestações do vulcanismo e reveladores do dinamismo da superfície da terra:

“Mostram-nos os tremores de terra que a crusta do globo não está em repouso, porque eles se manifestam com extraordinária frequência por oscilações, verticais, horizontais ou circulares, que se seguem e se repetem em curtos intervalos, sendo as primeiras muitas vezes quase simultâneas. A ação vertical, debaixo para cima, diz Humboldt²⁸, produziu em Rio Bamba, em 1797, o efeito da explosão d’uma mina, sendo lançados os cadáveres de muitos habitantes [...]” (Almeida, 1881: 82).

A obra de Humboldt foi novamente referida por Almeida (1881), a propósito da velocidade de propagação do abalo:

“Ordinariamente o abalo propaga-se em linha reta ou ondeada e a sua velocidade sempre grande é diversamente avaliada. Assim Humboldt pretende que seja de 660 ou 830 metros por segundo; o grande tremor de Lisboa em 1755 propagou-se com a velocidade de 500 metros pouco mais ou menos na mesma unidade de tempo” (Almeida, 1881: 83).

E foi na perspetiva do físico terrestre como preconizado por Humboldt que o autor continuou a encarar o acontecimento sísmico, agora concluindo sobre uma possível relação dos fenómenos atmosféricos com os tremores de terra:

“Tem-se pretendido achar uma relação entre os tremores de terra, as estações e o estado da atmosfera, no entanto os factos excessivamente contraditórios não autorizam a admitir tal relação, porque se têm experimentado tremores tanto quando é perfeita a serenidade do céu, como quando ele está toldado e chove com abundância. E quanto à influência das estações a mesma incerteza existe” (Almeida, 1881: 84-85).

Das três páginas e meia dedicadas aos tremores de terra, Xavier de Almeida destinou cerca de uma página e meia para os efeitos, quase na totalidade sobre os do terramoto ocorrido na cidade de Lisboa em 1755, e com referência por duas vezes a Moreira de Mendonça, cujo livro é “tido como verídico”, por ter presenciado “ocularmente” o terramoto (Almeida, 1881: 84).

Os tremores de terra são ainda objeto de estudo no manual de Xavier de Almeida em relação com a teoria do vulcanismo, segundo duas escolas principais. Uma, considerando o interior do globo num estado de “fluidez ígnea” e explicando os tremores de terra pelo “movimento dos gases comprimidos [...] existentes entre a crosta e a massa líquida” (Almeida, 1881: 92). A outra admitindo que a Terra estaria quase completamente solidificada, ideia suportada por a profundidade média dos centros do abalo dos terremotos ser pouco considerável. Sobre uma análise mais profunda dos argumentos das duas escolas, Xavier de Almeida concluía que não era adequada para um “livro elementar” e assegurava que qualquer uma das teorias era “sustentada por geólogos eminentes e de crédito incontestável” (Almeida, 1881: 93).

Neste manual do início da década de 80 do século XIX, cujo autor frequentou a Escola Politécnica de Lisboa, o acontecimento sísmico é abordado como fenómeno natural e são as observações da natureza que levam a concluir não ser possível estabelecer uma relação com os fenómenos atmosféricos.

2.4.3- Gonçalves Guimarães, *Elementos de Geologia* (1895)

Em setembro de 1902, sete anos após a execução de uma reforma que considera “imitada da Alemanha” [refere-se à reforma de João Franco-Jaime Moniz], A. J. Gonçalves Guimarães (1850-1919) reconheceu na revista *O Instituto* que ela veio preencher uma lacuna e “o que estava era uma vergonha, e não podia continuar” (Guimarães, 1902: 513). Quem acusava era o autor de *Elementos de Geologia*, um manual adotado para o ensino secundário pelo decreto de 26 de setembro de 1895

(Guimarães, 1897). Em edições sucessivas, Gonçalves Guimarães²⁹ foi apresentado na respetiva capa como “Doutor em filosofia natural e lente catedrático de geologia na Universidade de Coimbra” (1897), como “Professor ordinário da Faculdade de Ciências e diretor do Gabinete de Mineralogia da Universidade de Coimbra” (1914) e como “Lente catedrático da Faculdade de Ciências e diretor do Museu Mineralógico da Universidade de Coimbra” (1917). Acumulou funções como reitor do Liceu de Coimbra, após a reforma do ensino secundário de 1894 (Carvalho, 1942).

Ao longo do manual existem referências a comunicações da Comissão dos Trabalhos Geológicos (pp.111, 122, 144) e da Secção dos Trabalhos Geológicos de Portugal (p.170), todas elas publicadas no período entre 1885 e 1887. Também são feitas menções a Carlos Ribeiro (p.228), Nery Delgado (pp.125, 207), Vasconcelos Pereira Cabral (pp.170/171), Paul Choffat (pp.111, 121/122, 144, 235/236, 248) e Wenceslau de Lima (p.234), todos eles a seu tempo com funções científicas nos serviços geológicos de Portugal. Estas referências revelam uma atualidade nos conhecimentos geológicos de Gonçalves Guimarães que, na introdução do seu manual, definia o objeto de estudo da Geologia do seguinte modo:

“Na classificação dos diferentes ramos do saber humano há um grupo de ciências, que denominamos concretas, porque estudam os fenómenos da Natureza tais como eles se nos manifestam, em toda a sua complexidade real, e portanto nas suas mútuas relações de dependência. A geologia pertence a este grupo, sendo o seu objeto o estudo monográfico, completo, da Terra [...]” (Guimarães, 1897: 1).

Após a introdução, o manual de Gonçalves Guimarães apresenta a informação organizada nas seguintes secções: 1ª *Physiographia*, 2ª *Metallogia*, 3ª *Lithologia*, 4ª *Geodynamica*, 5ª *Geohistória*. Para além destas cinco secções, o manual apresenta ainda, em apêndice, uma sinopse geológica do solo português. Nesta sinopse estão duas das cento e trinta e duas figuras ou esquemas apresentados em todo o manual, a preto e branco, metade das quais relativos à secção da “metallogia”, ou seja, da mineralogia. A importância dada no manual a esta área da Geologia é também evidenciada pelo número de páginas que ocupa, cerca de um terço do total de páginas do manual.

É na secção de Geodinâmica do manual, dividida em fenómenos externos e fenómenos internos, que se encontram retratados os movimentos orogénicos e os movimentos sísmicos, respetivamente. Os movimentos orogénicos são entendidos como movimentos permanentes, enquanto os sísmicos são movimentos vibratórios de duração muito curta (Guimarães, 1897). A propósito dos movimentos orogénicos, explica Gonçalves Guimarães:

“Consistem em deslocamentos de ordinário lentos da crosta terrestre, que se revelam aparentemente por levantamentos e abaixamentos parciais, ainda que na realidade a trajetória não é exclusivamente vertical, mas sim oblíqua e na maior parte dos casos curvilínea; o que se observa é apenas a componente vertical deste movimento complexo” (Guimarães, 1897: 186).

Gonçalves Guimarães (1897) terá sido inspirado por James Hutton (ver capítulo 3), defensor do calor como agente geológico, quando descreveu no manual as causas dos movimentos orogénicos:

“Estes diferentes movimentos são o efeito mecânico das impulsões de baixo para cima, de cima para baixo e laterais, provenientes da expansão dos gases subterrâneos, da pressão atmosférica e das variações de volume, a que estão sujeitas as massas rochosas componentes da crosta terrestre” (Guimarães, 1897: 187).

Gonçalves Guimarães defendia “ações lentas” e que “as mesmas causas devem ter atuado em todos os tempos geológicos” (Guimarães, 1897: 187), revelando o reconhecimento da obra “Principles of Geology (1830), de Charles Lyell³⁰, com uma referência no manual (p.204). As causas atuais foram utilizadas pelo uniformitarismo para explicar as modificações ocorridas na superfície da Terra, o que implicou a ideia de grande duração dos tempos geológicos (Gohau, 1988).

Os movimentos sísmicos foram explicados em pouco mais de duas das 251 páginas que constituem o manual de Gonçalves Guimarães, incluindo uma figura de fendas produzidas por um tremor de terra. A propósito dos movimentos sísmicos, na referida secção de geodinâmica, Guimarães escreveu:

“Além dos movimentos permanentes [nas versões de 1914 e de 1917, Gonçalves Guimarães substituiu “permanentes” por “lentos”] a crosta terrestre está igualmente sujeita a movimentos vibratórios [nas versões de 1914 e de 1917, Gonçalves Guimarães substituiu “vibratórios” por “oscilatórios ou convulsivos”] de duração muito curta, que se propagam com velocidades decrescentes em torno duma área limitada da superfície: é o fenómeno que o vulgo conhece pela denominação de terremoto ou tremor de terra; a linguagem científica designa-o porém pelo nome de sismo. O seu estudo faz-se por meio de aparelhos de observação direta (sismómetros) ou com aparelhos registadores (sismógrafos)” (Guimarães, 1897: 187).

A propósito dos instrumentos de observação e de registo, Gonçalves Guimarães realçava o seu contributo para um melhor conhecimento do acontecimento sísmico, nomeadamente serem “fenómenos muito mais comuns do que se presumia” (Guimarães, 1897: 187). E relativamente à sequência de acontecimentos associados a um sismo, especificava que a um abalo se seguia um movimento vibratório, podendo ocorrer outras “convulsões” antes de se voltar à “tranquilidade primitiva” (Guimarães, 1897: 188). No final do tema intitulado “movimentos sísmicos”, Guimarães (1897) apresentava as causas dos sismos:

“Os sismos podem ter a sua causa eficiente em todas as ações que forem capazes de perturbar o equilíbrio local das diferentes partes componentes do solo, como – os movimentos orogénicos, a dissolução ou diluição de rochas profundas (sal gema, calcário, gesso, argila, etc.) pela ação das águas, que se infiltram da superfície, e finalmente as explosões provocadas pela expansão súbita de massas subterrâneas de vapor. Neste último caso o fenómeno conservaria relações genéticas assaz estreitas com o vulcanismo, e muitos sismos poderiam até certo ponto ser considerados como erupções abortadas” (Guimarães, 1897: 190).

Estas mesmas causas apareceram no manual de 1912, mas logo no início de um tema intitulado “Causas dos tremores de terra” (Guimarães, 1912: 193). Quanto aos efeitos dos tremores de terra, que de acordo com Gonçalves Guimarães dependiam da

“intensidade e duração das convulsões” e das “condições topográficas e geológicas da região”, podiam ser:

“[...] mudanças permanentes ou temporárias no regime das nascentes, deslocamentos permanentes ou temporários do solo, abertura de fendas [remetendo para a figura] nas massas rochosas e desprendimento de penhascos, que rolam pelas encostas dos montes, desabamento de edifícios, etc” (Guimarães, 1897: 189).

E sobre fenómenos associados aos sismos, o autor acrescentava:

“Os abalos são algumas vezes acompanhados de ruídos subterrâneos, emissão de vapores do solo, perturbações no estado do mar e perturbações atmosféricas diversas, como chuvas copiosas, nevoeiros, nevões, tempestades, ventos impetuosos, etc.; perturbações que se manifestam ao mesmo tempo por depressões barométricas e irregularidade no funcionamento dos aparelhos magnéticos e elétricos dos observatórios” (Guimarães, 1897: 189).

E realçava que uma perturbação atmosférica “mais forte” (Guimarães, 1912: 194) podia ser suficiente para provocar um abalo de terra. Também os deslizamentos de terra podiam ser associados aos abalos sísmicos devido ao “estado de fracionamento em que em certas localidades se encontra a crosta terrestre” (Guimarães, 1912: 194), em especial no Inverno, devido à influência da água.

Dois acontecimentos sísmicos são referidos em particular: o GTL e a “série de catástrofes” que assolou a Andaluzia (entre 1884 e 1885). Quanto ao GTL, ele foi descrito do seguinte modo:

“[...] o primeiro abalo sentiu-se pouco mais ou menos às 9h 40m da manhã, estando as igrejas apinhadíssimas de fiéis, em razão da solenidade do dia. O choque foi extremamente curto, mas com a rapidez do relâmpago foi logo seguido doutros dois choques. Pelo meio-dia o fenómeno reproduziu-se, mas já com muito menos intensidade. Conta uma testemunha coeva, que a essa hora se encontrava no palácio real, que vira as paredes de algumas

casas vizinhas abrirem-se de cima a baixo e reunirem-se em seguida, sem persistirem vestígios. Depois sentiram-se ainda alguns abalos insignificantes [...]” (Guimarães, 1897: 190).

Numa edição posterior, o autor já referenciava também “as calamidades ainda recentes da Sicília e Calábria” (Guimarães, 1914: 134-135), referindo-se ao terramoto de Messina de 1908 (apêndice F).

Podemos concluir que está presente no manual de Gonçalves Guimarães uma abordagem tectónica no que diz respeito às causas dos sismos, embora admitindo uma eventual associação a fenómenos atmosféricos. Os sismos são vistos como movimentos oscilatórios que podem ser estudados com recurso a instrumentos de observação e registo. Sendo recentes os instrumentos com estas características, este manual revela atualidade relativamente aos conhecimentos e técnicas da sismologia, embora não explorando a sua dimensão físico-matemática.

2.4.4-Ferraz de Carvalho e Ferreira de Moura, *Geodinâmica, Geotectónica e Geognosia* (1929) e *Princípios de Geologia, com um estudo elementar da carta geológica de Portugal* (1932)

Mais recentes são os manuais de outros professores universitários de Coimbra, Anselmo Ferraz de Carvalho (Professor de Geologia) e Marcelino Ferreira de Moura (Professor auxiliar de Geologia), destinados ao ensino liceal. Um primeiro livro de Geologia, designado *Geodinâmica, Geotectónica e Geognosia* e apresentado pelos autores como destinado ao programa da V classe dos liceus, incluía em capítulo separado “o estudo elementar dos tremores de terra, procurando chamar a atenção sobre a forma por que deles deveria dar-se notícia” (Carvalho e Moura, 1929, prefácio). Este capítulo ocupava oito das cento e dez páginas do manual. O segundo livro de Geologia, designado *Princípios de Geologia, com um estudo elementar da carta geológica de Portugal*, foi elaborado segundo o programa da VII classe dos Liceus e o tema dos sismos estava incluído num capítulo designado “Os movimentos da crosta terrestre” que ocupava doze das duzentas e vinte e três páginas do manual. De referir que a informação sobre o tema dos sismos era a mesma nos dois manuais destes autores, diferindo apenas no modo como foi organizada.

Em relação aos manuais analisados, estes dois manuais de Ferraz de Carvalho e Ferreira de Moura distinguem-se no tema dos sismos por apresentarem maior número

de páginas e de imagens (no segundo livro de Geologia são cinco imagens, sendo uma relativa ao bairro dos estrangeiros em Yokohama, depois do grande tremor de terra de setembro de 1923, o único que foi especificamente referido por estes autores e apenas associado à imagem). A escala de Rossi-Forel, de dez graus (ver apêndice E), foi apresentada como permitindo traçar em cartas geográficas “linhas passando pelos pontos em que a intensidade de um tremor foi a mesma” (Carvalho e Moura, 1929: 87; Carvalho e Moura, 1932: 71). A determinação da região epicentral deste modo permitiu concluir que “os grandes tremores de terra têm a sua origem num número limitado de regiões” (Carvalho e Moura, 1929: 89; Carvalho e Moura, 1932: 73-74). As principais regiões sísmicas apareceram representadas em duas imagens, uma correspondente ao “Velho Mundo” e outra ao “Novo Mundo”, dando os autores assim relevo à distribuição geográfica da sismicidade.

Relativamente às causas dos tremores de terra, para além da atividade vulcânica, do deslizamento de terrenos e do abatimento de áreas em virtude de intensa erosão subterrânea, os autores destacaram uma origem tectónica dos tremores de terra, especificamente “nas regiões de maior deformação tectónica, com as suas cordilheiras de enrugamento, cortadas por falhas de grande extensão e amplo deslocamento” (Carvalho e Moura, 1929: 91; Carvalho e Moura, 1932: 76). Esta abordagem tectónica já estava presente no manual de Gonçalves Guimarães, pelo que é a introdução da geografia sismológica que realçamos, relativamente aos outros manuais que analisámos.

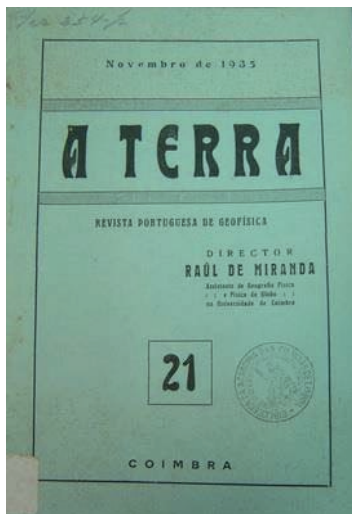
Podemos concluir que à semelhança dos projetos de matriz enciclopédica, também os manuais de ensino registam explicações para a origem dos sismos, que variam desde a ideia de “cavernas” e de “fogo” no interior da terra, no manual de meado do século XIX, até à ideia dos movimentos do interior da Terra, ou seja, a abordagem tectónica presente nos manuais das primeiras décadas do século XX. Com mais ou menos destaque, quando referido nos manuais um terramoto em concreto, o GTL foi o acontecimento escolhido. Nos manuais de ensino mais recentes, nenhum terramoto foi destacado no texto, mas eram apresentadas imagens identificando as regiões sísmicas do globo, o que não acontece nos manuais mais antigos.

Os manuais do final do século XIX e do princípio do século XX revelam atualidade científica, o que poderá estar relacionado com os seus autores serem professores universitários de Geologia, tendo uma posição privilegiada para a partilha de conhecimentos científicos (geológicos). No manual de Gonçalves Guimarães há

referências a autores ligados aos Serviços Geológicos. Embora fosse elevada a taxa de analfabetismo e reduzida a frequência do ensino em geral, os alunos poderiam beneficiar de conhecimentos atualizados em relação ao tema dos sismos, de acordo com uma abordagem geológica.

E foi de um outro professor da Universidade de Coimbra, Raul de Miranda, que partiu a iniciativa, na década de 30 do século XX, de editar uma revista exclusivamente dedicada à sismologia e geofísica, um caso singular até aos dias de hoje e que a seguir se apresenta.

2.5-*A Terra*, Revista de Sismologia e Geofísica (1931-1938)



A falta em Portugal de uma publicação que tratasse dos problemas da geofísica e da sismologia em especial, “quer sob o aspecto de ordem prática, quer sob o de pura especulação ou ainda, somente, na sua feição vulgarizadora” (Miranda, 1931: 1), foi a motivação apresentada por Raul de Miranda (1902-1978) para anunciar *A Terra*. O diretor e editor desta revista dedicada à sismologia e geofísica esclareceu, numa edição posterior, que os números saídos, quando tomados em conjunto, constituíam uma obra, uma vez

estarem “ligados entre si e sujeitos a uma diretriz determinada” (Miranda, 1933b: 2).

A única revista de geofísica existente em Portugal, na época, apesar de realizar um trabalho nacional, como reclama o seu diretor no terceiro número (p.35), não possuía auxílio nem subsídio das entidades oficiais. A falta de “ajuda material ou moral” à revista viria a ser novamente realçada por Miranda (1932a: 1) no início do segundo ano de existência, mas a sua pretensão só foi satisfeita no sétimo e último ano da revista. As últimas quatro publicações foram subsidiadas pelo Instituto para a Alta

Cultura, uma organização do Ministério da Educação Nacional. Este apoio permitiu o aumento do material impresso, passando de 32 para 40 páginas.

A revista manteve uma periodicidade de cinco números por ano (publicados em janeiro, março, maio, julho e novembro), apresentando no último número de cada cinco (um ano de publicação) um índice (por autores) relativo aos trabalhos incluídos nesses números. O primeiro número da revista foi publicado em outubro de 1931 (o único publicado no mês de outubro) e o último em maio de 1938. Durante a sua existência, a revista fundou em Coimbra, por sua iniciativa, a Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal (ver capítulo 5). Os trabalhos da sociedade foram iniciados com uma conferência de Anselmo Ferraz de Carvalho, seu presidente honorário, no dia 6 de janeiro de 1933. Na Direção constavam como presidente o Vice-Almirante Augusto Ramos da Costa e o próprio Raul de Miranda como Secretário-Geral (Miranda, 1933a). Na edição de *A Terra* do final do ano seguinte, Raul de Miranda surgia apenas como sócio da referida sociedade. Ao longo das várias edições, a revista revela-nos que Raul de Miranda foi também sócio da Sociedade de Geografia de Lisboa, do Instituto de Coimbra, da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, da Sociedade de Estudos de Angola, da Sociedade Sismológica Italiana e da Sociedade Portuguesa de Estudos Eugénicos (ver mais informação biográfica no apêndice I).

No último ano de existência de *A Terra*, Raul de Miranda lamentava que o Instituto Nacional de Geofísica não fosse uma realidade (Miranda, 1937a). Já numa edição anterior, a revista publicara um relatório de projeto de Organização dos Serviços Meteorológicos elaborado por uma comissão criada para o efeito, em 1921, e o Diretor da revista, nessa mesma edição, chamava a atenção para a atualidade do seu conteúdo e da utilidade para a nação da criação de tal instituto (Miranda, 1936a: 1-2). Esta chamada de atenção era reforçada numa outra edição, pela falta de um órgão “centralizador e unificador” no campo da Geofísica (Miranda, 1936b: 1). O Diretor da revista, que também era assistente de Geografia Física e Física do Globo, na Universidade de Coimbra, considerava esta fundação como a “base de toda a organização que deverá orientar a meteorologia, climatologia, sismologia, magnetismo e gravimetria nacionais” e necessária para ter “um serviço capaz de fomentar o desenvolvimento da agricultura, turismo, estações de cura e aviação” e para o “progresso” do território colonial (Miranda, 1937a: 1).

No início da publicação da revista, Raul de Miranda previra dar mais relevo à Sismologia, mas não deixando de tratar com o desenvolvimento possível as outras

“formas” da Física do Globo (Miranda, 1931: 1), referindo-se às Ciências Geofísicas. De acordo com Peixoto e Ferreira (1986), elas incluem a Meteorologia, a Climatologia, a Oceanografia Física, a Vulcanologia, a Sismologia, o Geomagnetismo e a Aeronomia, a Hidrologia Física e a Geodesia (que inclui a gravimetria). As Ciências Geofísicas estudam todos os fenómenos que se produzem “à superfície, em profundidade e em altitude” (Peixoto e Ferreira, 1986: 246), na Terra. Os mesmos autores consideram que para além de explicar estes fenómenos geofísicos, as Ciências Geofísicas devem prevêê-los, distinguindo-se assim da Física. Uma outra particularidade das Ciências Geofísicas é o seu carácter global, resultante da Terra e dos componentes do sistema climático serem “sistemas físicos muito grandes para serem controlados”, o que exige “longas séries temporais de observações, executadas em muitos locais”, para ser possível tirar conclusões sobre os referidos fenómenos geofísicos (Peixoto e Ferreira, 1986: 247-248).

Atendendo às disciplinas consideradas por Peixoto e Ferreira (1986) nas Ciências Geofísicas, procedeu-se a uma análise da tipologia dos artigos publicados nas trinta e quatro edições da revista *A Terra*, considerando trabalhos com maior extensão, mas também a secção “vulgarização”, necessária para “ampliar o âmbito de recepção no espírito humano dos problemas, como estes, de carácter acentuadamente científico” (Miranda, 1931: 1) e a secção “homens e factos”, tendo em atenção o objetivo de elaborar uma história da sismologia em Portugal. A Meteorologia foi a área com maior número de trabalhos publicados (56), registando-se um “peso” também significativo da Sismologia (42), como pretendido por Raul de Miranda, num total de 174 trabalhos contabilizados. Regista-se um maior número de trabalhos no âmbito da Sismologia nos primeiros quatro do que nos últimos quatro anos de publicação da revista. Note-se que na contagem do número de trabalhos, as continuações de um trabalho em publicações posteriores foram contabilizadas como trabalhos independentes, de maneira a quantificar a (maior) importância dada ao tema do trabalho. Este critério foi adotado tanto na comparação da importância dada às disciplinas das Ciências Geofísicas como na dos temas abordados pelos trabalhos no âmbito da disciplina de Sismologia.

De referir que para além dos trabalhos no domínio da Geofísica, a revista apresentou trabalhos diversos em áreas afins, principalmente na Geologia e na Geografia. Também foram incluídos relatórios (2) e biografias (4). Quanto aos trabalhos no âmbito da Sismologia (ver tabela 2.8), a sismicidade foi o tema com mais contributos (18), mas o desenvolvimento de instituições/equipamentos (11) e a previsão/prevenção (9) foram também temas com um peso significativo. Um único trabalho foi por nós

considerado na “dimensão pública”, intitulado “A influência dos fenómenos sísmicos no espírito poético português”, da autoria do próprio Raul de Miranda, que o considerou como sendo um trabalho no âmbito da “etnografia sísmica”. O autor admitia que a literatura associada aos fenómenos sísmicos, em Portugal, permitia “o conhecimento sísmico do continente português” e o conhecimento da “influência poético-filosófica que os tremores de terra exerceram no espírito nacional” (Miranda, 1937b: 31).

Na revista que dirigiu, Raul de Miranda publicou vinte e cinco trabalhos, dezoito dos quais sobre Sismologia³¹. Quanto ao colaborador com mais trabalhos publicados foi Augusto Costa, Presidente da Direção da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal, com dezoito títulos, sete dos quais sobre Meteorologia. Tal como outros colaboradores, Augusto Costa foi engenheiro e estava ligado à Marinha (ver tabela 2.9). De referir ainda que há professores universitários mas também professores do ensino secundário como autores. É o caso de Fernando Machado (conta sete colaborações), Carlos Santos, João Almeida, João Costa (simultaneamente naturalista da FCUP) e José de Boléo (professor do ensino técnico). Em 1938, os representantes da revista em Aveiro, Bragança, Santarém e Setúbal (metade da representação em Portugal continental) eram professores do Liceu³². A revista também tinha representantes nos Açores, em Moçambique, em Espanha e no México, para além de contar com colaborações pontuais de autores estrangeiros (ver tabela 2.9).

Ainda no que diz respeito aos autores dos trabalhos, apenas um foi apresentado como colaborador dos Serviços Geológicos (Carlos Andrade), embora no primeiro número tenha sido publicado um trabalho de um ex-colaborador, Pereira de Sousa, que entre 1910 e 1928 fez parte do quadro do pessoal científico destes Serviços. O seu falecimento após a primeira edição de *A Terra* (que incluiu uma homenagem ao “Sábio e Professor” por Raul de Miranda) terá determinado que esta colaboração única sobre o reconhecimento tectónico de Portugal partindo do estudo do GTL fosse, provavelmente, a sua última produção científica, na qual sugeria a constituição de uma nova ciência, a “sismotectónica”.

O contributo de Raul de Miranda e da revista que dirigiu, para a divulgação dos conhecimentos e das instituições que desenvolveram a ciência dos sismos, foi caso único no panorama nacional continental, no período abrangido por este estudo. Ao longo dos sete anos de existência, na década de trinta do século XX, a revista reuniu colaborações nacionais (maioritariamente) e internacionais, das diversas áreas das Ciências Geofísicas, com mais peso para a Meteorologia e para a Sismologia (por esta

ordem). O diretor e a revista têm ainda o mérito de fundar a Sociedade de Meteorologia e Geofísica, bem como de promover a fundação de um Instituto Nacional de Geofísica, pretensão que foi parcialmente concretizada mas apenas em 1946, com a criação do Serviço Meteorológico Nacional (ver capítulo 5).

TABELA 2.8. Distribuição dos trabalhos publicados na revista *A Terra*, por temas da sismologia, assinalados nas observações como Sm (sismicidade), Si (desenvolvimento de instituições e equipamento), Sp (prevenção/previsão), SL (desenvolvimento do conhecimento científico) e Sv (dimensão pública). Extraído de *A Terra*.

Autor	Título	nº da revista	Observações
Correia, Mendes	Terremotos antigos - O sismo de 1531 em Coimbra	1	Sm
Pastor, Rey	El Servicio Sismológico Español	1	Si, continua no nº2 e nº3
Rodés, Luís	Période diurne et annuelle dans la distribution de 1944 tremblements de terre enregistrés par un même sismographe	1	Sm
Sousa, Francisco	Reconhecimento tectónico de Portugal pelo grande Terremoto de 1755	1	SL
Salinas, Salazar	Los Temblores de Tierra.-Su Prediccion Precauciones Posibles	1	Sp, continua nos nº2, 3, 4 e 5
Saturnino, Oscar	A primeira estação sismológica no Porto	1	Si, conclui no nº8
Miranda, Raul	Sismicidade do Minho, deduzida dos tremores de terra, sentidos e estudados, nesta região, durante os últimos 20 anos	1	Sm
Miranda, Raul	Sismicidade do Algarve deduzida dos tremores de terra, sentidos e estudados, nesta região, durante os últimos 20 anos	2	Sm
Miranda, Raul	Organização sismológica em Portugal	2	Si, secção homens e factos
Miranda, Raul	Construções anti-sísmicas	2	Sp, secção vulgarização
Miranda, Raul	A Sismologia na Rússia	3	Si secção homens e factos
Miranda, Raul	Lisboa sob a ameaça duma catástrofe	3	Sp secção homens e factos
Rothé, Edmond	Les progrès dans la séismologie théorique et appliquée	4	SL
Miranda, Raul	O sismo de Benavente e a tentativa de organização do serviço sismológico em Portugal	4	Si
Godinho, Martins	O fenómeno sísmico	4	Sm secção vulgarização continua no nº5 e nº6
Costa, Ramos da	Para a historia da sismologia portuguesa em 1909	5	Si
Miranda, Raul	Noticia breve sobre os sismos de Alvito e de Portel, no Alentejo	5	Sm
Miranda, Raul	A Previsão dos tremores de terra	7	Sp

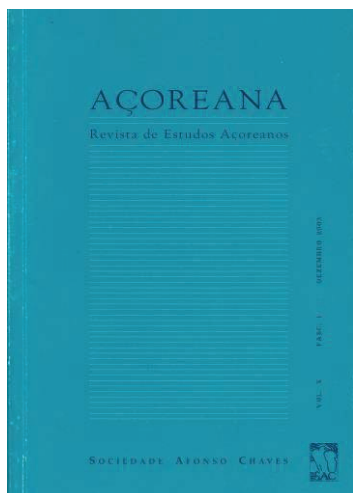
TABELA 2.8. Distribuição dos trabalhos publicados na revista *A Terra*, por temas da sismologia (continuação).

Autor	Título	nº da revista	Observações
?	Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal	7	Si secção vulgarização
Miranda, Raul	Notícia sucinta de dois sismos recentes	8	Sm
Brito, Mexia de	Os tremores de terra do Japão	10	Sm secção vulgarização
Saturnino, Oscar	Conveniência dum melhor apetrechamento da Estação Sismológica do Porto	11	Si
Miranda, Raul	Caracter Sísmico de Portugal Continental no decénio de 1923-1932	11	Sm Continua no nº12 e nº13 (comunicação apresentada à 5ª Assembleia da União Internacional Geodésica e Geofísica, realizada em Lisboa, em 1933)
Miranda, Raul	O problema da Sismologia em Portugal, no seu duplo aspecto científico e humano	16	SL
Machado, Fernando	O mais remoto terremoto	16	Sm
Miranda, Raul	A construção anti-sísmica nos Açores	20	Sp
Machado, Fernando	Notas para o estudo da sismicidade de Setúbal	21	Sm
Miranda, Raul	A. Rey Pastor - Carta de Sismicidad del Globo para el periodo 1899-1930	21	Sm secção bibliografia
Miranda, Raul	A classificação dos sismos, quanto à sua intensidade, ao alcance de todos	24	Sm
Machado, Fernando	Notícia de alguns maremotos em Portugal	26	Sm
Miranda, Raul de	A influência dos fenómenos sísmicos no espírito poético português	31	Sv

TABELA 2.9. Redatores e colaboradores de *A Terra* (com mais de um trabalho publicado). Extraído de *A Terra*.

Redator/ colaborador	Informação prestada pela revista sobre o redator/colaborador	Nº de trabalhos
Augusto Costa	Vice-Almirante. Engenheiro hidrografo e Presidente da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	18
António Brandão	Capitão de Fragata. Antigo Diretor do Serviço Meteorológico da Marinha e Presidente do Núcleo de Lisboa da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	8
Joaquim Brandão	Engenheiro Geógrafo e Observador-Chefe do Instituto Geofísico Sócio da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	6
Fernando Machado	Professor do Liceu do Carmo. Licenciado em ciências Histórico-geográficas. Sócio da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	7
Oscar Saturnino	Engenheiro. Observador-chefe do Observatório da Serra do Pilar. Sócio da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	5
Armando Narciso	Professor do Instituto de Hidrologia e Climatologia de Lisboa. Presidente do Núcleo de Lisboa da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	5
Martins Godinho	Redator principal e administrador, licenciado em Ciências Histórico-Naturais pela Universidade de Coimbra.	5
Carlos Maia	Coronel de Engenharia. Antigo Diretor e Inspetor de Obras Públicas, Minas e Caminhos de Ferro. Antigo Vice-Presidente da Sociedade de Geografia de Lisboa. Antigo Secretário Geral da mesma Sociedade. Atual Presidente da Secção de História e Geografia da S. G. L. Sócio da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	4
Álvaro Morna	Capitão-tenente. Diretor do Serviço Meteorológico da Marinha e Deputado. Sócio da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	4
João Brito	Redator efetivo, licenciado em Ciências Físico-Químicas pela Universidade de Coimbra.	4
José Agostinho	Diretor do Serviço Meteorológico dos Açores, Membro do C.E. da Associação Internacional de Magnetismo Terrestre, da Comissão Internacional da Alta Atmosfera e Presidente do Núcleo dos Açores da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	3
António Correia	Professor da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e diretor do Instituto de Antropologia da mesma Universidade. Presidente do núcleo portuense da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	3
A. Guimarães	Secretário da redação, assistente da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra.	3
Ladislás Górczynski	Antigo diretor do Serviço Meteorológico da Polónia. Sócio Honorário da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal. Membro da Comissão Intern. de Radiação Solar.	3
Hugo Branco	Vice-Almirante. Antigo Diretor do Observatório "Campos Rodrigues" Sócio da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	2
Anselmo Carvalho	Professor de Geografia Física e Geologia na Universidade de Coimbra. Diretor do Instituto Geofísico e do Museu Mineralógico e Geológico da mesma Universidade. Presidente Honorário da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal. Diretor da Missão dos estudos geológicos em S. Tomé, em 1928.	2
José Norton de Matos	General. Antigo Ministro da Guerra e Professor. Antigo Chefe dos Serviços de Agrimensura do Estado da Índia. Antigo Alto Comissário do Governo da República Portuguesa em Angola. Antigo Embaixador de Portugal em Londres.	2
António Guerra	Coronel do E.M. Diretor do Instituto Geográfico e Cadastral e Sócio da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	2
Alfredo Martins	Sócio da Sociedade de Geografia de Lisboa. Sócio da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	2
Alberto Pereira	Engenheiro geógrafo e Observador do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra.	2
Serpa Pinto	Engenheiro e Assistente de Mineralogia e Geologia na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.	2
Manuel Peres	Diretor do Observatório Astronómico de Lisboa e Antigo Diretor do Observatório Meteorológico "Campos Rodrigues" de Lourenço Marques. Sócio da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	2
Luís Rodés	Diretor do Observatório do Ebro (Tortosa).	2
Vitorino Santos	[Ambos os contributos na secção de vulgarização e sem informação sobre o autor].	2

2.6-Açoreana, revista da Sociedade Afonso Chaves (desde 1934)



Não sendo tão específico no seu âmbito quanto *A Terra*, o boletim da Sociedade Afonso Chaves dedicou atenção à Geofísica e, muito particularmente, aos problemas da sismicidade com respeito ao território insular dos Açores. A sociedade de estudos açorianos, cujo patrono é Afonso Chaves, foi criada em 1932 e dois anos depois surgiu a publicação do respetivo boletim, *Açoreana*, anunciado na sua primeira edição como um “documentário de trabalhos” (*Açoreana*, 1934: 3) sobre o arquipélago dos Açores.

Os índices dos respetivos volumes revelam que estes trabalhos abrangeram fundamentalmente três temas: arte e etnografia, geologia e geofísica, e história natural.

Os primeiros diretores foram José Agostinho e Ernesto Ferreira, tendo A. Cortes-Rodrigues, professor do Liceu Antero do Quental, em Ponta Delgada, substituído o segundo após a sua morte, em 1943. A partir do terceiro fascículo a revista foi sempre subsidiada: pela Junta Nacional de Educação (até 1938, inclusive); pelo Instituto para a Alta Cultura (a partir de 1938 até 1946, inclusive); pela Junta Geral do Distrito Autónomo de Angra do Heroísmo (apenas a edição de 1946); pela Junta Geral do Distrito Autónomo de Ponta Delgada (da edição de 1946 até 1964)³³.

A revista de estudos açorianos da Sociedade Afonso Chaves manteve uma regularidade anual até 1949, mas depois a sua publicação deixou de ter qualquer tipo de regularidade, tendo inclusivamente hiatos que chegavam a ascender a 4 anos ou mais. Mesmo assim, é das publicações que mais atenção dá aos estudos de sismologia no arquipélago dos Açores. Assim, considerando apenas o período que foi até 1949, contabilizam-se 94 trabalhos na totalidade das publicações, sendo 24 na área da Geologia e da Geofísica (ver tabela 2.10). José Agostinho (1888-1978) foi autor (e tradutor) de 16 destes trabalhos (mais informação biográfica no apêndice I).

Dos trabalhos publicados na área da Geologia e da Geofísica, oito podem ser considerados na área da Meteorologia e cinco diziam diretamente respeito a estudos da atividade sísmica (e vulcânica), sendo os seus autores Frederico Machado (2), I. Friedlaender (1), José Agostinho (1) e Ernesto Ferreira (1). O autor com mais contributos, Frederico Machado, foi uma personalidade que se destacou na sequência da

erupção dos Capelinhos, um acontecimento simultaneamente sísmico e vulcânico cujos efeitos temos em conta no capítulo 5. Este acontecimento em particular e a atividade vulcânica nos Açores em geral, foram o tema de uma edição posterior da revista (1960), da autoria de José Agostinho, na altura ainda diretor da revista.

A revista *Açoreana* não foi uma revista exclusivamente dedicada à Sismologia e à Geofísica, como a sua congénere no continente (revista *A Terra*), mas tem o mérito de atingir uma maior longevidade (iniciada em 1934, ultrapassa 1949, chegando a ser publicada no século XXI). A revista incluiu trabalhos ligados à Sismologia e à Geofísica, mas o peso da Meteorologia foi superior ao das demais áreas da Geofísica. José Agostinho foi autor de um trabalho sobre sismicidade e vulcanismo, temas comuns a outros trabalhos no âmbito da Geofísica, publicados na *Açoreana*, e foi colaborador em ambas as revistas (*Açoreana* e *A Terra*).

TABELA 2.10. Trabalhos publicados na revista *Açoreana*, dedicados à Geologia e à Geofísica, desde 1934, data de início da publicação, até 1949. Extraído de *Açoreana*.

Ano	Fascículo e volume	Título	Autor	Observação
1934	1(I) março	Os Açores	I.Friedlander (tradução de J.Agostinho)	Este trabalho de 20 páginas apresenta uma lista das erupções e sismos ocorridos nos Açores (no período histórico), a partir de documentos originais no <i>Arquivo dos Açores</i> , em trabalhos originais de F. A. Chaves e em estudos do autor.
		Sinopse do estudo de P. Esenwein sobre a petrografia dos Açores	J.Agostinho	---
1935	2(I) junho	Tectónica, sismicidade e vulcanismo das ilhas dos Açores	J.Agostinho	Este trabalho de 13 páginas também apresenta uma lista dos abalos de terra mais violentos ocorridos nos Açores.
1936	3(I) agosto	A erupção submarina de 1720 entre a Terceira e S. Miguel	J.Agostinho	Este trabalho vai ter um aditamento no nº4 (1941) do volume II (pp.268-270).
1937	4(I) agosto	Sobre tectónica da ilha de Sta. Maria	J.Agostinho	---
1938	1(II)	Sobre a açorite	A. Bensaúde	---
		Clima dos Açores	J.Agostinho	---
1939	2(II)	Rochas silicificadas por águas minearis e opala comum na ilha de S. Miguel	A. Bensaúde	---
		Clima dos Açores	J.Agostinho	---
1940	3(II)	Clima dos Açores	J.Agostinho	---
1941	4(II)	O arquipélago dos Açores e a vaga sísmica do 1º de Novembro de 1755	Ernesto Ferreira	Trabalho de 5 páginas com descrições do impacto da vaga sísmica do 1º de novembro de 1755 nas ilhas de S. Miguel, Terceira, Faial, Flores e Corvo.
		Clima dos Açores: IV-Pluviosidade	J.Agostinho	---
1942	1(III)	Clima dos Açores	J.Agostinho	---
1943	2(III)	Características do magnetismo terrestre nos Açores. I-Introdução.	J.Agostinho	---
		Características do magnetismo terrestre nos Açores. II-Irregularidades na distribuição do valor da declinação magnética nos Açores.	F. Afonso Chaves	---
1944	3(III)	Importância meteorológica dos Açores	F. Afonso Chaves	---
		Os Açores, centro permanente de estudos meteorológicos no Atlântico	J.Agostinho	---
1945	4(III)	---	---	Nenhum trabalho nas áreas consideradas.
1946	1(IV)	Achados arqueológicos nos Açores	J.Agostinho	---
1947	2(IV)	Clima e vegetação	J.Agostinho	---
1948	3(IV)	Frequência dos sismos sentidos nas ilhas do Faial e do Pico	F. Machado	Trabalho de 10 páginas que utiliza como fontes "Anais do Município da Horta" (até 1930) e dados do Serviço Meteorológico dos Açores (após 1931).
		Sur une roche silicieuse de Biscoutos, ile Terceira	L. Berthois	---
		Clima dos Açores. Contribuição para o estudo da sua variação secular	J.Agostinho	---
1949	4(IV)	O terramoto de S. Jorge em 1757	F. Machado	Caracterização do sismo quanto à distribuição de intensidades, profundidade do foco, distribuição das isossistas e energia total (14 páginas).
		O monte Brasil	J.Agostinho	Trabalho sobre uma elevação resultante de um acidente vulcânico.

2.7-Considerações finais

A partir de publicações periódicas e não periódicas que agrupámos em imprensa aberta dirigida ao grande público (jornais), imprensa de popularização científica e de conhecimento útil ao alcance de todos (projetos de matriz enciclopédica), publicações das instituições de carácter técnico-científico, manuais escolares destinados ao ensino liceal e revistas especializadas, determinámos a relevância dada ao tema dos sismos, relativamente a outros temas de natureza científica, identificámos os terramotos que foram merecedores de divulgação, e quais as explicações e que relações com outros fenómenos foram estabelecidas, caracterizando uma cultura sobre sismos, incluindo pessoas e instituições que divulgaram a ciência dos sismos.

A imprensa periódica informativa noticiou essencialmente os efeitos dos sismos, onde eles mais se fizeram sentir, incluindo as reações das populações e das autoridades, o que se verificou para os três terramotos (1755, 1858 e 1909) que se destacaram no período considerado (1755 a meado do século XX). Também há referências à sismicidade internacional, como efeitos do GTL noutros países ou efeitos exclusivamente sentidos noutros países, como o terramoto de Messina em 1908. A falta de sismógrafos para registar os abalos que afetavam o território nacional foi denunciada nos jornais diários e na *Ilustração Portuguesa*. Sobre as explicações do acontecimento sísmico de 1909, não há unanimidade, percebendo-se que até então não havia uma “entidade” de referência para consultar de modo a obter uma interpretação (oficial).

No que diz respeito às explicações apresentadas sobre a origem dos sismos presentes nos projetos de matriz enciclopédica e nos manuais de ensino liceal, e de acordo com os conhecimentos da época, elas vão desde o fogo subterrâneo e a fermentação dos minerais, que podemos encontrar, por exemplo, na obra de Teodoro de Almeida, no século XVIII, até à ideia de ações que desencadeiam movimentos vibratórios, presente na *Biblioteca do Povo e das Escolas* e nos manuais do final do século XIX. Há um conhecimento em conformidade com a corrente dominante na época, que se tenta disseminar para o grande público. Quando entramos no século XX, tal conformidade também está patente no volume da *Biblioteca Cosmos* dedicado à sismologia, já com a abordagem físico-matemática que podemos associar à sismologia instrumental.

A análise das publicações de carácter técnico-científico revelou que o terramoto de Benavente, ocorrido no final da primeira década do século XX, fez aumentar a

atenção dada ao tema nesse tipo de publicações, tendo os geólogos dos Serviços Geológicos, Paul Choffat e Pereira de Sousa, assinado muito do que se escreveu sobre o assunto. Estes geólogos colaboraram com a Associação de Engenheiros Cívicos Portugueses, que através da sua revista deu a conhecer os primeiros passos da sismologia instrumental e da organização de um serviço sismológico nacional. Nas três primeiras décadas do século XX, Paul Choffat, primeiro e Pereira de Sousa, mais tarde, foram personalidades que se destacaram na comunicação pública da ciência dos sismos. No entanto, a revista de Coimbra, *O Instituto*, nunca apresentou trabalhos escritos por estes geólogos.

Às instituições responsáveis pelo ensino politécnico ou pelo ensino universitário tinham ligações os autores dos manuais escolares destinados ao ensino liceal no período que decorreu entre a reforma de Passos Manuel e as primeiras três décadas do século XX. Por exercerem no ensino superior, estes autores teriam uma posição privilegiada para a partilha de conhecimentos científicos atualizados, como se verifica no manual de Gonçalves Guimarães, com referências a cientistas dos Serviços Geológicos. Mas, como sabemos, pela reduzida frequência do ensino em geral, seria restrito o público que beneficiaria destes conhecimentos atualizados.

A revista *A Terra* e o seu diretor, Raul de Miranda, ao longo dos sete anos de publicação, na década de trinta do século XX, reuniram colaborações das mais diversas áreas das ciências geofísicas, com destaque para a Meteorologia e a Sismologia. Durante a sua existência, a revista tomou a iniciativa de fundar a Sociedade de Meteorologia e Geofísica, bem como de promover a fundação de um Instituto Nacional de Geofísica. O contributo de Raul de Miranda e da revista que dirigiu, para a divulgação dos conhecimentos e das instituições da ciência dos sismos, foi um caso ímpar no panorama da divulgação científica, em Portugal continental, no período abrangido por este estudo, encontrando apenas algum paralelo na revista *Açoreana*. Privilegiando os colaboradores nacionais (maioritariamente), estas revistas não deixaram de ter em conta o panorama internacional da sismologia e da geofísica, preenchendo uma lacuna nacional a que o diretor de *A Terra* se referia no lançamento da revista.

No que diz respeito à relevância dada à ciência dos sismos, no espectro das ciências geofísicas, a análise efetuada a publicações como *O Instituto*, e mesmo às revistas especializadas *A Terra* e *Açoreana*, revelou que a Meteorologia foi uma área com mais contribuições do que a Sismologia. É de referir o peso da estratigrafia e da

paleontologia nas comunicações dos serviços geológicos, na segunda metade do século XIX, áreas científicas mais relevantes para que os Serviços Geológicos cumprissem a missão de elaborar a Carta Geológica de Portugal. De um modo geral, nas várias publicações, verifica-se uma tendência para a comunicação sobre sismicidade mas, a partir de 1909, o tema da sismologia instrumental também ganha relevância (como acontece em *O Instituto* e na *ROPM*).

Tanto a imprensa periódica informativa (ex: *Diário de Notícias* e *O Século*) como a associada às instituições de carácter técnico-científico (ex: *ROPM*) e especializada (ex: *A Terra*) prestaram atenção e revelaram-se permeáveis à sismicidade, (re)clamando o desenvolvimento dos estudos sismológicos e até mesmo a organização de um serviço nacional sismológico, nas primeiras décadas do século XX. Os estudos desenvolvidos por personalidades nacionais ou relativos à sismicidade nacional, bem como a organização dos serviços sismológicos nacionais, serão o tema, respetivamente, dos capítulos 4 e 5. Mas antes de considerar o panorama nacional, é necessário compreender como se processou o desenvolvimento da ciência dos sismos a nível internacional.

¹ À semelhança de projetos de investigação como *Political decision, collective needs and professional affirmation: the Hospital de Todos os Santos in perspective* (Universidade de Évora) e *KLIMHIST: Reconstruction and model simulations of past climate in Portugal using documentary and early instrumental sources (17th-19th century)* (Universidade de Lisboa).

² Duas condições essenciais do periodismo são a “periodicidade” e a “continuidade ou encadeamento” (Tengarrinha, 1989: 35). Em Portugal, estas condições reúnem-se pela primeira vez nas *Gazetas da Restauração*, impressas a partir de 1641 e com regularidade mensal (Tengarrinha, 1989).

³ Este cenário contrasta com o dos países do Norte da Europa, como Suécia, Noruega e Dinamarca, onde a taxa de analfabetismo, em 1881, é já inferior a 1% ou igual a 1%, nos casos da Inglaterra e da Escócia (Carvalho, 2008).

⁴ Ramo da física experimental relacionado com a terra, a atmosfera e a hidrosfera (Oldroyd, 2009: 395).

⁵ À semelhança da *Gazeta de Madrid*, uma fonte utilizada por Moreira de Mendonça na *História Universal dos Terramotos* (ver capítulo anterior) e que foi fundada em 1661 pela realeza espanhola (Tengarrinha, 1989:43).

⁶ As fotografias eram símbolos de objetividade e positividade dos acontecimentos científicos, nas quais “a natureza parecia retratar-se a si mesma sem qualquer mediação humana” (Daston, 1999: 90).

⁷ Academia de fundação particular, por iniciativa do matemático e escritor António Cabreira. A primeira sessão realizou-se em 16 de abril de 1907, já então presidida por Teófilo Braga (*Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*, I: 186).

⁸ Manuel António Gomes (1868-1933) ficou mais conhecido por padre Himalaya, um inventor português sem formação avançada em ciências mas com frequência de aulas do químico Berthelot, no Collège de France (Tirapicos, 2004).

⁹ Autor de um importante estudo sobre o terramoto de Benavente, o qual motivou a análise que consta no capítulo 4.

¹⁰ Sobre o terramoto de Messina, a *Ilustração Portuguesa* também lhe dedica atenção, na edição de 18 de janeiro de 1909, um artigo intitulado “Visões de fim do mundo” (ver apêndice F).

¹¹ A imagem é a de Nossa Senhora da Paz, o referido ícone que faz capa da edição nº168.

¹² Sendo a *Encyclopédie* originalmente do século XVIII, os projetos editoriais surgidos no século XIX e XX terão necessariamente características diferentes, embora alguns tenham filiação no espírito enciclopedista, como conclui Domingos (1985) no caso da *Biblioteca do Povo e das Escolas*, um projeto surgido no último quartel do século XIX e que teremos em conta.

¹³ O GTL tem referência na *Enciclopédia*. A propósito de “Lisboa”, Jaucourt (colaborador na área da economia, literatura, medicina, política, entre outras) descreveu os efeitos do GTL (sem referir o tsunami) em três parágrafos do volume 9. A propósito de “tremores de terra”, no volume 16, Holbach (colaborador da área da química) destacou o GTL em detrimento de outros terramotos mais antigos, descrevendo o tsunami que se seguiu e enfatizando a abrangência do fenómeno que também afetou África e as ilhas dos Açores. No mês de dezembro, a Europa foi de novo abalada e a América não escapou a este fenómeno, destacando Holbach a destruição de Quito. Este terramoto na América, que é apresentado como se tratasse de uma réplica do GTL, não se encontra descrito por Moreira de Mendonça na *História Universal dos Terramotos*. Holbach apresenta como explicações prováveis para os tremores de terra as deflagrações resultantes de matérias combustíveis (como as piritas) ou de vapor de água formado que não consiga escapar do interior da Terra, os quais se propagariam através das cavidades existentes no interior da Terra.

¹⁴ Antunes (1989) considera Teodoro de Almeida como um dos maiores divulgadores da Ciência e o autor mais lido do século XVIII em Portugal. Pereira (1831) atribui a Teodoro de Almeida, em conjunto com o Duque de Lafões, o estabelecimento da Real Academia, um projecto que chegou a ser aprovado pelo Rei D. José, mas que seria entretanto interrompido pela “calamidade” de 1755. A publicação da *Recreação Filosófica* levou Teodoro de Almeida ao exílio. De volta ao Reino, regeu a cadeira de Filosofia, na Casa do Espírito Santo reedificada, até ao fim da sua vida. Segundo Carvalho (1987), o interesse dos portugueses pela História Natural é evidenciado pelo entusiasmo que Teodoro de Almeida manifestava pela divulgação científica e pela grande aceitação pública da sua obra de carácter enciclopédico, tratando todos os aspetos respeitantes à Filosofia Natural.

¹⁵ No primeiro volume, Teodoro de Almeida apresenta ao Rei os seus intentos: “[...] escrever não tanto para os que estão cultivados com estudos profundos, como para aqueles, que por falta de livros na língua materna vivem sem instrução. Essas poucas luzes que em mim há, pareceu-me que seria mais conveniente empregá-las em alumiar os que vivem totalmente em trevas [...]” (Almeida, 1786, antes do prólogo).

¹⁶ O próprio Bento de Jesus Caraça é autor do livro *Conceitos Fundamentais da Matemática*, publicado em dois volumes da BC, os números 2 e 18 (da Secção *Ciências e Técnicas*).

¹⁷ O terramoto de Roma é descrito por Moreira de Mendonça como tendo provocado mais de 60 mil mortos (Mendonça, 1758: 86).

¹⁸ Estrutura de *Introdução à Sismologia*, de Raul de Miranda: capítulo I-Da evolução das teorias e conceitos sismológicos; capítulo II-Estudo macrossísmico dos tremores de terra; capítulo III-Ondas sísmicas e aparelhos de registo; capítulo IV-Tremores submarinos e vagas sísmicas; capítulo V-Escalas sísmicas; capítulo VI-Construções anti-sísmicas; capítulo VII-Os grandes tremores de terra destruidores; capítulo VIII-Geografia sísmica; capítulo IX-A sísmicidade em Portugal (Miranda, 1942). O capítulo VIII é inspirado na obra de Montessus de Ballore “Geografia sísmológica”, a qual será analisada no capítulo 3.

¹⁹ Em todas as *Philosophical Transactions* publicadas durante os séculos XVII e XVIII, Carvalho (1997) encontrou 85 comunicações relacionadas com Portugal. Com referência ao GTL e possíveis réplicas, em Portugal, foram publicadas 15 comunicações nas *Philosophical Transactions*, todas entre 1755 e 1765. A maioria (10) destas comunicações são cartas com relatos sobre os efeitos do GTL e uma é o estudo de Michell (analisado no capítulo 3), que iria mudar a conceção sobre o acontecimento sísmico.

²⁰ Na altura em que foram nomeados, Carlos Ribeiro era capitão de Artilharia e Diretor da Secção de Minas do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria, enquanto Pereira da Costa era Professor de Mineralogia, Geologia e Princípios de Metalurgia (7ª cadeira) da Escola Politécnica de Lisboa. Devido a “dissensões profundas entre os dois diretores” (Carneiro, 2008: 11), a Comissão Geológica do Reino foi dissolvida em 1868 e restabelecida no ano seguinte com o nome de Secção dos Trabalhos Geológicos e a superintendência de Nery Delgado. Em 1876, Carlos Ribeiro e Nery Delgado publicaram uma carta geológica de Portugal de 1:500000 e, em 1888, uma nova versão, agora sem Carlos Ribeiro, falecido em 1882, mas com a colaboração de Paul Choffat (Carneiro, 2008; Oliveira, 2008).

²¹ Um deles, Carlos Ribeiro, engenheiro militar que chefiava uma secção dedicada aos trabalhos geológicos do referido Ministério (Carneiro, 2008).

²² Choffat, P. (1885). Nouvelles données sur les vallées tiphoniques et sur les eruptions d’ophite et de teshénite en Portugal. *Comunicações da Secção dos Trabalhos geológicos de Portugal*, Tomo I, pp.113-122. O conceito de tefonismo foi depois designado, por Mrazec (em 1915), como diapirosmo (Ribeiro, 1992).

²³ As comunicações de P. Choffat “Mélange d’horizons stratigraphiques par suite des mouvements du sol; colonies dans le terrain jurassique français” e de C. Ribeiro “Formations tertiaires du Portugal” são as últimas, por esta ordem, da sessão de 2 de setembro de 1878 (*Comptes Rendus*, 1880: 312). Paul Choffat acabou por estabelecer contrato com o governo português em 1883 e manter uma ligação com os Serviços Geológicos de cerca de quarenta anos (Pinto, 2001). Após a morte de Carlos Ribeiro, foi Nery Delgado (1835-1908) quem dirigiu os Serviços Geológicos entre 1882 e 1908, o qual, em parceria com Choffat, cumpriu finalmente o desígnio das primeiras Comissões Geológicas, preparando sucessivas versões da carta geológica de Portugal, a última das quais com direito a medalha de ouro, na exposição de Paris, em 1900, e a manter-se como referência até 1972 (Carneiro, 2008; Oliveira, 2008).

²⁴ Ambos autores de memórias publicadas pelos Serviços Geológicos correspondentes a estudos que são analisados detalhadamente no capítulo 4 (ver informação biográfica no apêndice I).

²⁵ A pasta do Reino incluía, na altura, o sector da instrução pública (Carvalho, 2008).

²⁶ Na reforma de Passos Manuel não havia indicação de quantas matérias lecionar por ano nem do número de anos que devia constar o curso dos Liceus (Carvalho, 2008: 566).

²⁷ Programas a que se refere o decreto de 16 de setembro de 1895.

²⁸ Alexander von Humboldt (1769-1859) foi oficial de minas até viajar para a América do Sul, sob proteção do rei espanhol Carlos VII, de onde voltou para escrever vasta obra sobre o que chama de física terrestre ou física do mundo. Ao contrário da história natural que se limitava a colecionar e ser descritiva, Humboldt procurava as leis da natureza em fenómenos que devem ser objeto de atenção como, por exemplo, o fluxo e refluxo das marés, a composição da atmosfera ou os fenómenos meteorológicos em geral. O físico terrestre precisa de instrumentos de precisão, e o próprio Humboldt desenvolveu um aparelho para medição da composição química da atmosfera (Dettelbach, 1997).

²⁹ Os manuais de 1914 e 1917 são já editados pela Livraria Cruz, de Braga, que aparece indicada como propriedade do autor no manual de 1917, e não pela Imprensa da Universidade.

³⁰ Charles Lyell (1797-1875) foi também autor de um manual de geologia para estudantes, intitulado *Elements of Geology* e com seis edições até 1871, ano em que publica uma nova versão destinada agora a um público mais principiante na área científica, intitulada *Student's Elements of Geology*. Nesta versão, em que o peso da estratigrafia é muito significativo, o tema dos sismos está ausente.

³¹ Os trabalhos de Raul Miranda sobre sismologia estão referidos na tabela 2.8, mas ainda são da sua autoria, para além dos editoriais, das notas bibliográficas e das notícias necrológicas, os seguintes trabalhos publicados em *A Terra*: “A erupção do Katmai” (Secção homens e factos do nº4), “Vulcanismo” (Secção vulgarização do nº5), “O Fenómeno Glaciar” (Secção vulgarização do nº6),

“Alguns dados meteorológicos da zona norte da Colónia de Angola” (nº14) e “Os três tipos fundamentais da Paisagem” (nº33).

³² Uma disposição legal decretara em 1931 a instalação de postos meteorológicos nos Liceus do continente (ver capítulo 5).

³³ A revista continuou a ser publicada, mas só surgiram novas edições já na década de oitenta, agora subsidiadas pela Direção Regional dos Assuntos Culturais do Governo Regional dos Açores. O Diretor era então Frederico Machado.

CAPÍTULO 3 – Da sismicidade à sismologia: as explicações, os métodos e a organização da comunidade internacional para o estudo dos terremotos

“As notícias que normalmente circulam sobre os grandes movimentos sísmicos [...] podem produzir a impressão de que os terremotos são, em definitivo, fenómenos relativamente raros. [...] e nada mais longe da realidade, pois os engenhosos instrumentos que se construíram para registar os tremores de terra assinalam anualmente mais de 10 mil sismos [...] Os sismógrafos (assim se denominam estes instrumentos) são sem dúvida muito mais sensíveis neste aspeto do que os jornais [...]” (Gheyselinck, 1948: 247-248).

Neste capítulo será descrito o desenvolvimento da ciência dos sismos a nível internacional. Para a elaboração desta história da sismologia assumimos o terremoto de 1755, pela época em que aconteceu e pelos efeitos que provocou no pensamento científico-filosófico do século XVIII, como o marco iniciador da sismologia moderna. Por “sismologia” entendemos o estudo dos sismos, considerando a fonte sísmica, a propagação das ondas sísmicas e as propriedades do meio que atravessam, na terra. Se bem que só no século XIX se tenha desenvolvido uma abordagem quantitativa no estudo dos sismos, com recurso a aparelhos (e apenas de deteção, sem registar), aspetos que caracterizam uma ciência moderna, neste caso, a “sismologia moderna”, os filósofos do período iluminista não se limitaram a explicar o acontecimento sísmico de 1755 com o que era dado aos sentidos, mas questionando a natureza e interpretando racionalmente as respostas, uma outra característica da ciência moderna. E, como já sabemos, as próprias autoridades nacionais, lideradas por Carvalho e Melo, terão iniciado a referida abordagem quantitativa aplicada ao estudo dos sismos quando promoveram o questionário sobre os efeitos do GTL.

O terremoto de 1755 constitui o início da história que nos propomos contar sobre o desenvolvimento da ciência dos sismos a nível internacional. Do muito que foi escrito sobre efeitos do GTL pelos filósofos naturais, destacaremos os estudos de Kant e de Michell pelos contributos significativos na explicação do acontecimento sísmico, o de Kant pela interpretação dos efeitos a grandes distâncias e o de Michell por introduzir a ideia do sismo como uma onda elástica que se propaga na crosta terrestre, um dos fundamentos da sismologia moderna.

Os outros desenvolvimentos ocorreram essencialmente nos séculos XIX e XX: a relação dos acontecimentos sísmicos com as propriedades físicas da Terra e com a orogenia; uma abordagem quantitativa envolvendo a medição de grandezas, a definição de escalas e o uso de instrumentos, para comparar e caracterizar os sismos, uma abordagem que levou ao aparecimento dos primeiros modelos do interior da Terra; e a cooperação internacional, condição necessária para o conhecimento do interior da Terra, e que ao nível da sismologia instrumental se traduziu na uniformização dos aparelhos e dos procedimentos e na partilha dos dados obtidos.

Embora consideremos que alguns dos estudos levados a cabo por autores nacionais também fossem merecedores de figurar nesta história que descreve o contexto internacional do desenvolvimento da ciência dos sismos, eles integrarão o capítulo seguinte, sobre os estudos sismológicos desenvolvidos em Portugal. As fontes produzidas por autores não nacionais serão assim privilegiadas neste capítulo, quer sejam coevas dos acontecimentos que destacamos quer sejam posteriores. No caso de fontes recentes, privilegiamos autores que tenham em conta a história da sismologia.

Tendo em atenção os sismos com grande efeito destruidor como acontecimentos ocasionais, caso do GTL em Portugal, aos quais é prestada mais atenção após a sua ocorrência, e admitindo repercussões na ciência dos sismos após cada um desses terremotos, será de esperar que em países de sismicidade elevada, como a Itália e o Japão, o desenvolvimento sismológico tenha sido maior. Os primeiros desenvolvimentos a nível institucional e instrumental, no que à sismologia diz respeito, vão surgir precisamente associados a acontecimentos sísmicos com efeitos no território desses países.

3.1-Os terremotos explicados no século das Luzes: do fogo subterrâneo às vibrações e ao movimento ondulatório

O primeiro “grande contributo” (Agnew, 2002: 4) para a compreensão da sismologia moderna foi o terremoto de Lisboa de 1755. A afirmação pode justificar-se não tanto pelo efeito destruidor do terremoto mas mais pelas evidências de movimento a grandes distâncias que foram observadas. Este acontecimento sísmico estava no topo de uma lista que compara oito sismos de grau de destruição equivalente, com uma superfície abalada de 35 milhões de quilómetros quadrados, tendo em atenção que terá

sido sentido em toda a Europa central e que terá também atingido a costa americana¹ (Ballore, 1907: 135). Com uma área abalada cerca de cinco vezes maior que a do segundo terramoto da lista, o GTL podia ser considerado na altura (1907) como o mais extenso a nível mundial.

Em relação à área afetada, H. F. Reid (1858-1944) considerou que foram muitas vezes “vagos ou contraditórios” (Reid, 1914: 58) os relatos no norte e centro da Europa². Justificou esta afirmação por a prova de um terramoto ser sentido basear-se muitas vezes na agitação da água dos lagos, no balanço dos candelabros nas igrejas, na variação do fluxo das nascentes e nas águas que podem apresentar turvação. Este geofísico americano esclareceu que os grandes terramotos “podem gerar ondas de superfície com períodos entre 10 e 25 segundos” (Reid, 1914: 58) capazes de produzir os fenómenos referidos, mas sem serem sentidos. Assim, a área agitada que é definida como a área na qual o terramoto é sentido, pode ter sido erradamente alargada no caso do GTL, embora Reid considere haver razões para acreditar que ele foi sentido, na Europa, tão longe de Lisboa como a Alemanha central e em alguns locais da Holanda, mas não mais. Ele admitiu assim um raio equivalente à distância entre Lisboa e Hamburgo para definir uma área circular de “16 milhões de quilómetros quadrados, um pouco mais de três por cento da superfície da terra” (Reid, 1914: 66).

Mesmo com esta correção, Reid admitia que a distância a que o terramoto de 1755 foi sentido tornava “notável” este acontecimento sísmico e a verdade é que os seus efeitos motivaram os filósofos do período iluminista, independentemente da sua nacionalidade, a apresentar explicações, tanto para os efeitos como para as causas do sismo. São estas explicações, bem como os contributos que foram aparecendo associados a outros acontecimentos sísmicos que ocorreram até ao final do século XVIII, que analisaremos de seguida.

No início de um opúsculo escrito em 1756, por um padre da Congregação do Oratório, testemunha ocular do acontecimento, podia ler-se:

“Escreverei de um Terramoto, tão célebre pela ruína e incêndio de uma populosíssima Cidade que com razão me pareceu um assunto digno de memória [...] Porque sucesso mais feio e horrível nunca os portugueses verão, nem ainda lerão. Pelo que devemos crer, que em um só dia quis Deus nosso Senhor castigar os depravados costumes de muitos séculos” (Pereira, 2006: 219).

Neste texto não são explicitadas causas naturais do terramoto, pois o autor encontra na ira de Deus, como reação aos pecados dos humanos, a razão para tal acontecimento. De referir que nesse mesmo ano, o referido opúsculo foi traduzido e tornou-se conhecido na Inglaterra (Santos, 2006).

Pode afirmar-se que o sismo de 1755 desencadeou duas reações de características antagónicas. A primeira, de raiz teológico-confessional, alimentada pela hierarquia religiosa e pelas ordens, em que a causa do desastre se associava ao castigo divino lançado sobre a pecaminosa capital do «cristianíssimo» reino de Portugal (Carvalho, 1987b; Neiman, 2005), na qual se destacou o jesuíta Gabriel Malagrida³. A segunda, corresponde a uma espécie de “terramoto intelectual” (Fonseca, 2005: 107) na Europa do Iluminismo, onde se procurou pela razão entender essa reação muito violenta da «ira» da Natureza que afetou uma das capitais mais importantes da Europa do século XVIII, com dois filósofos franceses em particular a refletirem sobre a relação entre o homem e a natureza: Voltaire (1694-1778) utilizou o herói de *Cândido ou o Otimismo* (que enfrentava os infortúnios, como os resultantes do GTL, sempre com otimismo) para ridicularizar a tese leibniziana de que o homem viveria no mundo mais perfeito de entre os possíveis escolhidos pelo Criador; Rousseau (1712-1778) argumentou que se os habitantes de Lisboa “tivessem dispersado mais uniformemente, e construído de modo mais ligeiro, os estragos teriam sido muito menores” (Fonseca, 2005: 111), mostrando assim uma maior responsabilidade do homem, e menor do Criador, nas consequências do GTL.

Mas a interpretação mais comum na época era mesmo encarar os terremotos como um “castigo de Deus” (Carvalho, 1987b: 201), de tal modo que Voltaire (no início do capítulo sexto de *Cândido ou o Otimismo*) ironizava que a Universidade de Coimbra poderia mandar fazer um auto de fé⁴ para prevenir os efeitos dos tremores de terra. Os autores nacionais que escreveram sobre as causas do GTL, como Teodoro de Almeida, procuraram interpretá-lo, no entanto, como um fenómeno natural, as “causas segundas”, sendo Deus a “causa primeira” e, deste modo, conciliar a posição científica e a posição religiosa (Carvalho, 1987b).

As notícias do acontecimento chegaram a França mas também a Königsberg (atual Caliningrado, enclave russo na Europa, entre a Polónia e a Lituânia, na costa do Mar Báltico), onde vivia Immanuel Kant (1724-1804), que publicou vários artigos no jornal local e panfletos, divulgando algumas das ideias para explicar o que originou o

GTL (Oldroyd *et al*, 2007). E, como sabemos, na Royal Society de Londres apresentaram-se diversas comunicações sobre o GTL, as quais já foram objeto de análise no capítulo anterior, mas neste capítulo vamos prestar atenção em particular a uma de 1760, por John Michell (1724-1793), que expôs uma teoria sobre a propagação dos efeitos dos terremotos com base nos dados referentes ao GTL.

Os contributos de Kant e de Michell para a ciência dos sismos serão analisados de imediato, considerando as explicações sobre as causas e sobre os efeitos do terremoto, e ainda sobre a origem geográfica do GTL. No âmbito desta análise será tido em conta o contributo de H. F. Reid, quando o mecanismo de propagação das ondas sísmicas já era bem conhecido, um estudo mais recente que consideramos importante para uma interpretação mais rigorosa do acontecimento que consideramos assinalar o início da sismologia moderna e para a compreensão dos contributos de Kant e de Michell.

3.1.1-O GTL interpretado por Kant (1756)

Kant tinha acabado de publicar a sua teoria cosmológica quando ocorreu o GTL e pode supor-se que esta importante manifestação da natureza, que abalou a Europa, chamou a sua atenção para os aspetos físicos do comportamento da Terra. Kant recolheu toda a informação sobre o sismo que podia obter na sua distante Königsberg e publicou vários pequenos artigos no jornal local e outros panfletos (Oldroyd *et al*, 2007). Três desses textos, publicados entre janeiro e abril de 1756 (editados em português, em 2005, pela Almedina, com o título *Immanuel Kant. Escritos sobre o terremoto de Lisboa*) serão analisados em particular para descrever as explicações do filósofo sobre o que acontecera.

Em relação à tese do castigo divino como causa do GTL, Kant considerou este tipo de juízo como de uma “imperdoável petulância” (Kant, 1756b:103) pois quem o fazia tinha a pretensão de interpretar os desígnios de Deus em função das conveniências humanas. Em alternativa e dentro do espírito das Luzes, procurou compreender as regras do comportamento da natureza. A todos os que não estavam convencidos que os terremotos eram perfeitamente naturais, Kant sugeria simular os seus fenómenos através de uma experiência que sabemos ser inspirada em Nicolas Lémery (1645-1715)⁵:

“Peguemos em vinte e cinco libras de limalha de ferro, noutras tantas de enxofre, e misturemo-las com água vulgar. Em seguida, enterremos esta

massa a um pé ou pé e meio de profundidade e calquemos bem a terra que a cobre. Decorridas algumas horas, poderemos observar a libertação de um fumo espesso, a terra estremecerá e chamas irromperão do solo [...]” (Kant, 1756a: 47).

Kant considerava que o homem não tinha qualquer direito “a esperar das leis da natureza, decretadas por Deus, consequências puramente benéficas” (Kant, 1756b: 55). Referiu que o principal benefício do terramoto de Lisboa fora o entendimento de que o mundo não fora feito para nosso proveito. Lisboa provara que não era possível compreender os desígnios de Deus, devendo concluir-se que “é o homem que tem de aprender a adaptar-se à natureza” (Kant, 1756b: 97). Mas o próprio Kant realçou o carácter extraordinário do terramoto de 1755 quando referiu que a História não oferecia outro exemplo de “um sismo tão generalizado que, num espaço de poucos minutos, tenha revolucionado simultaneamente as águas e uma grande parte da Terra” (Kant, 1756b: 66), revelando compreender a natureza e a singularidade de tal acontecimento.

Como seria comum na época, também Kant considerava que o interior da Terra estaria cheio de “abóbadas e cavernas” e que abaixo da superfície se escondiam “minas com múltiplos labirintos” (Kant, 1756b: 57). Estas cavernas com interligação entre si continham um “fogo ardente” ou, pelo menos, aquele “tipo de matéria inflamável que apenas necessita de um pequeno estímulo para incendiar violentamente tudo o que a rodeia e abalar ou fender o solo que a cobre” (Kant, 1756b: 57-58).

Quanto à ação dos planetas, Kant (1756c) referiu que desde que Newton descobriu e comprovou pela experiência que existia uma força real que os planetas, mesmo os mais distantes, exerciam uns sobre os outros e sobre a Terra, descoberta coadjuvada pela geometria, a medida e o tipo de ação desta força estavam bem determinados. Por essa razão, considerava que os planetas estavam “ilibados” (Kant, 1756c: 114) como causa dos terremotos.

Quanto aos efeitos que acompanharam o abalo e com as devidas cautelas, por se tratar de um “acontecimento totalmente inédito” (Kant, 1756b: 66), o filósofo apontava uma primeira explicação para o maremoto que se abateu sobre Lisboa: [...] um abalo geral do leito marítimo diretamente por baixo daqueles locais onde o mar entrou em turbilhão (Kant, 1756b: 66). Mas o facto do terramoto não ter sido sentido nas terras próximas desses locais levou Kant a considerar então a hipótese de atribuir o tumulto de todas as águas ligadas ao oceano a um único impacto que teria atingido o seu solo numa

determinada área. Contudo, não negou a efetiva propagação do fogo subterrâneo sob a terra firme, admitindo que ambos os fenómenos terão ocorrido em simultâneo. Para produzir semelhante efeito nas águas, um “abalo direto do solo submarino” (Kant, 1756: 68) terá constituído a força propulsora para movimentar a água do mar, como defendeu:

“Estou plenamente convencido de que os tremores de terra [refere-se ao maremoto] que ocorreram junto ao litoral ou em águas que com ele comunicam [...] se terão devido, na sua maioria, justamente a essa pressão das águas comprimidas, cuja força [...] tem de ter sido incrivelmente grande. E sou de opinião que a catástrofe de Lisboa, à semelhança, aliás, da da maioria das cidades da costa ocidental da Europa, se terá ficado a dever à sua situação geográfica, relativamente à [citada] zona do oceano afetada pelo tumulto das águas [refere-se ao epicentro do abalo], tumulto esse cuja violência, agravada ainda na foz do Tejo pelo estreito de um canal, tinha forçosamente de provocar um tremendo abalo de terra [...]” (Kant, 1756b: 73-74).

O filósofo propunha imaginarmos a continuação do movimento da água em nosso redor como um círculo que se vai progressivamente alargando à medida que aumenta a distância do seu ponto central, e em cujo perímetro a intensidade do fluxo de água é proporcionalmente reduzida. E considerou ser por isso que na costa de Holstein (Alemanha), situada a cerca de trezentas milhas alemãs do presumível epicentro do terramoto, o movimento das águas foi seis vezes inferior ao que se registou na costa portuguesa, a qual, segundo se calculava, distaria cerca de cinquenta milhas desse preciso ponto (Kant, 1756a). A origem do terramoto era assim colocada geograficamente algures no fundo mar, mas mais perto de Lisboa do que de Holstein onde, no entanto, a agitação das águas se fizera ainda sentir.

A turbulência das águas foi a “mais estranha” (Kant, 1756b:73) das circunstâncias do terramoto do 1º de novembro de 1755, com a agitação da água dos lagos da Suíça, da Suécia, da Noruega e da Alemanha, sem ter sido sentido qualquer estremecimento do solo. Mesmo passando despercebido em terra firme, Kant admitia que uma leve oscilação do fundo do lago fosse suficiente para provocar a referida turbulência. Kant discriminava assim a perturbação da água pelo terramoto em duas classes: agitação das águas do interior e agitação na costa de mar aberto e suas

extensões. Com base na gênese da perturbação, Reid (1914) referia uma agitação devida às vibrações do próprio terramoto, que denominou “oscilações” (Reid, 1914: 67), e agitação devido à chegada de ondas do mar propagadas através do oceano até costas distantes. Estas duas classes podiam distinguir-se porque as oscilações ocorriam poucos minutos após o terramoto, enquanto as grandes ondas podiam chegar horas depois.

Ainda relativamente à situação geográfica, a tragédia de Lisboa parecia ter sido agravada pela localização da cidade, construída na longitudinal do Tejo e assim na direção paralela à direção de propagação do terramoto. Tal situação seria favorável a que as casas se empurrassem umas às outras, sugerindo então Kant (2005a) que sendo possível determinar a direção a partir da experiência “nenhuma cidade de um país por diversas vezes vítima de tremores de terra [...] devesse ser construída em direção paralela à que estes seguem” (Kant, 2005a: 44). É evidente em Kant a ideia do sismo seguir uma direção a partir de uma origem.

Os trabalhos de Kant, não sendo únicos, são dos primeiros dedicados ao estudo dos tremores de terra no âmbito das ciências da natureza. Apesar da sua aposta em causas mais relacionadas com uma combustão subterrânea do que em questões mecânicas, Kant tem o mérito de propor na sua época a ideia de propagação do sismo a partir de um foco, separando a fonte sísmica da região onde os efeitos são sentidos. Mesmo assim, a explicação de Kant responde mais ao porquê do sismo e não tanto ao como, ou seja, o mecanismo de propagação do sismo estava ainda por desvendar.

3.1.2-O GTL interpretado por Michell (1760)

Quando John Michell (1724-1793)⁶ expõe a sua dissertação sobre as causas e os mecanismos dos terremotos na Royal Society, os fundamentos para uma teoria moderna que explicasse os terremotos já tinham sido estabelecidos por intermédio de: Robert Boyle (1627-1691), que verificou experimentalmente a elasticidade do ar (Hall, 1981); Robert Hooke (1635-1703), que tinha colaborado nas experiências de Boyle, publicou as bases da teoria da elasticidade, enunciando uma lei em que a força necessária para que um corpo elástico (incluindo uma rocha) retorne à sua posição natural é sempre proporcional à distância que deixa de ocupar (Todhunter, 1960; Timoshenko, 1983); e Jean le Rond d’Alembert (1717-1783), que elaborou uma equação matemática da propagação das ondas a partir de cordas que vibram (Briggs, 1981).

A dissertação de Michell sobre as causas e as observações do GTL⁷ reflete tendências do Iluminismo inglês como o empirismo e o racionalismo (Coelho, 2006).

Embora o empirismo apontasse para a realização de experiências e a observação de fenómenos, e Michell não tenha sido testemunha do GTL, ele não deixou de recorrer a dados empíricos disponíveis nas *Philosophical Transactions* e às suas próprias observações em minas de carvão, que terão contribuído para um conhecimento da crosta superior da Terra que usou na explicação do GTL. Quanto ao racionalismo, ele está presente desde logo no início da dissertação, ao interpretar os factos e concluir da origem subterrânea dos tremores de terra.

Assim, começando por rejeitar a hipótese de a origem dos abalos ter a ver com algo no ar, Michell atribuiu aos fogos subterrâneos, e ao vapor gerado por contacto com a água, a causa dos movimentos que caracterizam os tremores de terra. Os factos que provavam esta causa, segundo este pensador do século XVIII, eram: i) a repetição dos tremores de terra nos mesmos lugares, com maiores ou menores intervalos de tempo (como aconteceu com Lisboa, já atingida em épocas anteriores e, em 1755, com a repetição durante vários meses); ii) a ocorrência de tremores de terra frequentes nas proximidades de “montes ardentes” (Michell, 2006: 153); iii) o movimento do solo ser em parte uma vibração (quando é gerado pouco vapor) e em parte uma propagação de ondas (quando é gerada uma grande quantidade de vapor), e geralmente este segundo movimento propagar-se a uma distância maior; iv) nos lugares sujeitos a frequentes tremores de terra observa-se que os movimentos provêm da mesma direção geográfica (Michell suporta-se em Moreira de Mendonça para referir que, no terramoto de 1755, todos os abalos vieram de noroeste); v) a ocorrência de abalos locais, de extensão inferior, noutros locais, como aconteceu após o terramoto de Lisboa (Michell, 2006).

Para Michell, os fogos dos vulcões também produziam tremores de terra, dando como exemplo, entre outros, o acontecimento que fez aparecer uma “ilha de fogo” (Michell, 2006: 157) no mar perto da ilha Terceira, nos Açores. Mas considerava que os maiores tremores de terra eram causados por fogos que jaziam a maior profundidade do que aqueles que originavam os vulcões. E considerava ser mais provável que as erupções que ocorriam ao mesmo tempo que os tremores de terra fossem por causa dos tremores de terra e não o inverso.

Michell imaginava que os tremores de terra eram causados “pelo vapor produzido por descargas súbitas de água sobre os fogos subterrâneos” e que o vapor originado desta maneira seria responsável não só pelos “mais violentos efeitos” (Michell, 2006: 165) como pelos movimentos vibratório e ondulatório que se observam nos tremores de terra. Supondo que o teto de uma camada se abatia sobre um fogo

subterrâneo, explicava Michell (2006), a água contida nas fissuras e cavidades da parte que se abateu entrava em contacto como o fogo e transformava-se instantaneamente em vapor. Este vapor formaria inicialmente uma cavidade e a compressão dos materiais em torno da cavidade propagar-se-ia à custa da elasticidade da Terra. A alternância entre compressão e dilatação (recuperação da compressão) dos materiais, produzia um movimento vibratório à superfície da terra, que poderia ser também responsável pelo ruído associado ao tremor de terra (Michell, 2006). A distinção entre movimento vibratório e movimento ondulatório era clarificada por Michell (2006) do seguinte modo:

“O movimento vibratório, causado pelo primeiro impulso do vapor propaga-se através da parte sólida da Terra e torna-se, portanto, muito mais depressa demasiado fraco para que possa ser percebido, do que o movimento ondulatório; pois este último, sendo causado pelo vapor que se insinua entre as camadas, pode propagar-se a maiores distâncias;” (Michell, 2006).

De acordo com esta interpretação, podemos concluir que o movimento ondulatório atingiria maiores distâncias porque a propagação entre camadas seria facilitada e, por isso, menos atenuada. Eis como Michell sugere que se entenda o movimento ondulatório:

“imaginemos que levantamos por uma das extremidades uma peça de tecido ou uma carpete de grandes dimensões (estendida no chão) e que bruscamente a puxamos de novo para baixo, fazendo com que o ar debaixo dela, propulsionado deste modo, se movimente até sair pelo extremo oposto, levantando o tecido numa onda à medida que passa através dele. De forma análoga, podemos conceber que uma grande quantidade de vapor possa erguer e movimentar uma onda na Terra, à medida que força a sua passagem entre camadas [...]” (Michell, 2006:167).

Nos locais onde já não era percebido pelos sentidos, o movimento ondulatório podia revelar-se pelo movimento das águas ou dos ornamentos suspensos nas igrejas, como aconteceu na Alemanha, na sequência do GTL (Michell, 2006).

Quanto às perturbações observadas na água das fontes, antes e depois do terramoto de 1755, Michell admitia que os fogos subterrâneos também podiam ser responsáveis. Tal ficaria a dever-se a água impregnada de vapores sulfurosos que, obrigada a subir por causa do fogo, misturar-se-ia com a água das nascentes. A agitação observada das águas do Loch-Ness e de outros lagos da Escócia poderia também estar relacionada com o vapor gerado, sendo a quantidade de vapor e a espessura das camadas sobrejacentes determinantes para os efeitos gerados à superfície (Michell, 2006). Se o abatimento de uma camada acontecesse no fundo do oceano, o espaço vazio criado seria ocupado pela água, o que explicava o recuo do mar nas costas em redor, como aconteceu em Lisboa e na ilha da Madeira, na sequência do terramoto de 1755. A inundação que ocorreu nestes locais após o recuo das águas, explicava Michell (2006), resultara da água adicional e do vapor gerado terem forçado a terra a levantar-se e as águas acima dela “a fluir em todas as direções”, o que criara “uma grande onda” (Michell, 2006: 174).

Quanto ao local de origem de um tremor de terra, Michell considerava que os aspetos a ter em conta eram: as diferentes direções da chegada a vários locais distantes e os respetivos tempos de chegada do terramoto a esses locais. No caso dos terremotos que têm origem sob o fundo do oceano, o intervalo entre os tempos de chegada do tremor de terra e da onda que lhe sucedia contribuía para uma maior exatidão na determinação do local de origem do terramoto. Sobre a origem do terramoto de 1755, para Michell terá sido:

“[...] debaixo do oceano, algures entre as latitudes de Lisboa e do Porto, embora provavelmente um pouco mais perto da primeira, e a uma distância, talvez, de dez ou quinze léguas da costa” (Michell, 2006: 181).

Para suportar esta assunção, Michell lembrou que “a direção de chegada do tremor de terra a Lisboa foi de Noroeste; à Madeira, chegou de Nordeste e a Inglaterra veio de Sudoeste” (Michell, 2006: 181). Apesar de algumas discordâncias, considerava Michell (2006), as horas a que o tremor de terra chegou aos diferentes locais e o intervalo entre estas e a hora da chegada da onda subsequente também eram concordantes com o local assumido.

A propósito do epicentro do abalo, a interpretação que é feita por H. F. Reid, mais de 150 anos depois, propunha uma localização da origem mais a sul que a de

Michell. Considerando a indicação de Paul Choffat sobre a região de maior intensidade abranger a parte sudoeste de Portugal, que a costa noroeste africana tinha sido fortemente abalada, que o tsunami demorara algum tempo a chegar e que os efeitos do terramoto tinham sido “mais severos na ilha da Madeira do que na parte nordeste de Espanha” (Reid, 1914: 55), o geofísico americano sugeria que a origem do terramoto se encontrava no fundo do mar “a sul e não muito longe de Lisboa” (Reid, 1914: 55, 57).

Em conclusão, podemos afirmar que o estudo que Michell apresentou à Royal Society, embora considerando a ideia do fogo subterrâneo, como era comum na época, foi inovador, ao considerar que no contacto da água com esse fogo subterrâneo se formaria vapor, cuja força elástica se transmitiria à parte sólida da terra, produzindo um movimento vibratório. Maiores quantidades de vapor poderiam originar um movimento ondulatório que, ao propagar-se também entre as camadas do interior da terra, poderia atingir maiores distâncias. Era assim estabelecida pela primeira vez a natureza ondulatória na propagação do movimento sísmico e o conhecimento da direção desta propagação poderia permitir perceber a origem do sismo.

A seguir à apresentação da dissertação de Michell, a ideia do sismo como uma vibração que se propagava na Terra sólida não foi esquecida mas também não evitou que as explicações anteriores continuassem a impor-se, como aquelas baseadas nas teorias elétricas (Stukeley, 1750) e nas teorias químicas ou explosivas (Lémery, 1700). O ano de 1750 foi um ano em que se fizeram sentir vários terramotos na Europa ocidental e a Royal Society compilou e publicou as narrativas de muitos observadores. Na altura, a investigação sobre eletricidade era intensa e William Stukeley (1687-1765) procurou neste fenómeno, que determinadas condições meteorológicas poderiam favorecer, a explicação para um outro fenómeno, o dos terramotos, o que deu origem a várias comunicações nas *Philosophical Transactions* (Geikie, 1962). Quanto a Lémery, ele foi o autor da experiência que já descrevemos nesta secção, a qual constituiu, durante muito tempo, um argumento decisivo a favor de uma dependência íntima entre as ações químicas, vulcânicas e sísmicas, nas profundezas da crosta terrestre. As teorias explosivas e químicas (vulcânicas) foram dominantes durante todo o século XIX, mesmo depois de Boussingault (1835) ter proclamado a independência dos fenómenos vulcânicos e sísmicos, com base em explorações que realizou nos Andes (Ballore, 1907).

E foi na Península Itálica, após o terramoto de Calábria em fevereiro de 1783, que apareceu uma outra contribuição significativa para o desenvolvimento da ciência dos sismos. Foi criada em Nápoles a primeira comissão sismológica do mundo, pela Reale Academia delle Scienze e Belle Lettere, para fazer uma investigação sistemática dos danos, que foram representados num grande mapa. A atividade sísmica na região de Calábria manteve-se até final do século, o que facilitou a investigação da referida Comissão. Também o trabalho de registo e investigação (em 1788) de Giovanni Vivenzio (datas desconhecidas), médico do Rei de Nápoles, categorizando níveis de danos, reuniu informação que permitiu ao sismólogo e vulcanologista Giuseppi Mercalli (1850-1914) desenhar mapas com isossistas para a região afetada e propor a escala de intensidade sísmica conhecida pelo seu nome (Oldroyd *et al*, 2007).

As discussões sobre os terremotos de Lisboa e da Calábria estavam então centradas em questões como a de se causas que atuassem continuamente poderiam produzir efeitos descontínuos (como um terramoto súbito). A teoria favorita dos italianos parecia ser a dos terremotos serem causados por descargas elétricas, pois ambos os fenómenos tinham toda a aparência de serem instantâneos. A eletricidade era uma explicação popular para muitos fenómenos, na segunda metade do século XVIII. Mas a verdade é que nem a combustão nem a eletricidade eram bem compreendidas na altura, pelo que pode dizer-se que as teorias sobre as causas dos terremotos estariam no domínio da especulação. Embora prevalecendo explicações de natureza teológica, tanto o terramoto de Lisboa como o da Calábria proporcionaram explicações concebidas em termos naturalísticos (Oldroyd *et al*, 2007).

Depois de um terramoto em novembro de 1795, sentido em Derbyshire e Nottinghamshire, na região onde vivia, Abraham Bennet (1749-1799) sugeriu à Royal Society que “as circunstâncias faziam supor que os terremotos eram causados por eletricidade” (Gray, 1796: 361). A teoria de que os terremotos eram causados pela eletricidade já tinha sido avançada, como referido, por Stukeley. As evidências para a origem elétrica dos terremotos incluíam o aparecimento de bolas de fogo, a direção do vento, o fato de que os vegetais cresciam mais rapidamente, a visão de uma brilhante aurora boreal e até mesmo queixas médicas. Bennet enviou mais descrições do referido terramoto para amigos de Derbyshire, os quais tinham ligações com Erasmus Darwin (1731-1802). Erasmus, o avô de Darwin, em “A Economia da Vegetação”, havia descrito a terra como uma “grande massa de lava ardente” em “cavernas basálticas profundas” com “tetos abobadados de rocha adamantina”. Inspirado em Whitehurst, que

relacionava as forças associadas à atividade vulcânica no interior profundo da crosta terrestre com a formação de montanhas e o tamanho e a profundidade dos oceanos, rios e vales, Erasmus Darwin viu evidências na geologia de Derbyshire e considerou que foram esses “fogos centrais” de lava fluída que causaram os tremores de terra. Assim Bennet e Darwin tinham visões diferentes das causas dos terremotos⁸, representativas da segunda metade do século XVIII, com Bennet sugerindo o envolvimento da eletricidade, enquanto Darwin salientava o calor da lava fluída (Elliot, 1999).

Em conclusão, as Luzes sobre os terremotos da segunda metade do século XVIII trouxeram um esforço de explicação natural, quer a partir do fogo do interior da terra quer a partir do fenómeno da eletricidade, em oposição a uma explicação dominante na época, de cariz mais religioso. Verificamos que, para além das causas, foi prestada grande atenção aos efeitos dos terremotos, em especial aos do GTL, o que permitiu uma primeira ligação com a ideia de propagação do sismo a partir de um ponto central (Kant) e que essa propagação se faria na crosta terrestre na forma de movimento vibratório e ondulatório (Michell). Na secção seguinte veremos como foi estabelecida a relação entre a propagação das ondas sísmicas e as propriedades físicas dos materiais que constituem a superfície da Terra.

3.2-Das propriedades físicas dos materiais ao entendimento da relação entre a estrutura da crosta e os acontecimentos sísmicos

Embora tenha sido em 1660 que Robert Hooke estabeleceu a proporcionalidade entre uma força de compressão e a respetiva deformação elástica e, em 1760, que Michell esboçou uma explicação da propagação ondulatória dos efeitos do sismo no interior da terra, só entre 1829 e 1831 é que elasticidade e propagação de ondas vão ser matéria de estudo, neste caso por Siméon Denis Poisson (1781-1840). Poisson apresentou perante a Academia de Paris, numa memória intitulada “Sobre a propagação do movimento em meios elásticos”, entre outras conclusões, os resultados da sua investigação sobre a propagação de ondas num meio elástico isotrópico. Já na segunda parte da memória, intitulada “Propagação do movimento num corpo sólido elástico”, e como solução da fórmula proposta, encontra dois tipos de onda com velocidades diferentes:

“[...] na onda mais rápida, o movimento de cada partícula é normal relativamente à superfície da onda e é acompanhado por uma dilatação proporcional [do material]; na outra onda, o movimento de cada partícula é paralelo à superfície da onda e não há dilatação [do material]; a velocidade da primeira onda é $\sqrt{3}$ vezes a da segunda” (Poisson, citado em Todhunter, 1960: 302).

Este trabalho de Poisson inicia a ligação entre a sismologia e a abordagem físico-matemática, cujos fundamentos assentam precisamente na teoria da elasticidade. Os resultados de Poisson foram aplicados aos estudos sobre terremotos por William Hopkins (1793-1866) e por Robert Mallet (1810-1881), os quais contribuíram para o estudo da propagação das ondas (sísmicas) em materiais sólidos, como as rochas da superfície terrestre, e para o desenvolvimento da sismologia geológica, contributos que apresentaremos de seguida, tendo também em conta as ideias que foram sendo desenvolvidas sobre orogenia.

3.2.1-A abordagem físico-matemática e a propagação das ondas sísmicas no interior da Terra

Em trabalhos publicados entre 1847 e 1848, Hopkins, um matemático de Cambridge interessado em problemas geológicos, aplicou uma abordagem físico-matemática para deduzir que a crosta terrestre deveria ter pelo menos várias centenas de milhas de espessura e que os vulcões não poderiam estar directamente em contacto com o interior fundido. Por isso, admitiu a existência de lagos de lava subterrâneos associados a zonas da crosta abobadadas que serviriam para aliviar a pressão dos materiais que estariam por baixo. Estas zonas da crosta resultariam da formação subterrânea de “vapor elástico” (Oldroyd *et al*, 2007; 351), considerava Hopkins a propósito dos terremotos, o qual seria responsável pelas falhas existentes na crosta terrestre.

Hopkins também achava então que a crosta terrestre podia ser vista como um corpo elástico, capaz de transmitir vibrações e, por conseguinte, ondas. Tal como Poisson determinara matematicamente, estas poderiam ser longitudinais (Hopkins chamou-lhes “normais”) ou transversais (Hopkins chamou-lhes “tangenciais”), mais rápidas as primeiras, desenvolvendo assim a ideia do que mais tarde foi estabelecido como ondas P (primárias) e ondas S (secundárias). Com as observações do tempo de propagação das diferentes ondas, Hopkins deduziu uma fórmula para localizar um

terramoto, mas não foi mais longe do que este exercício puramente teórico, uma vez que os instrumentos então disponíveis não permitiam a determinação precisa dos tempos de propagação (Oldroyd *et al*, 2007).

Um resultado prático da abordagem utilizada por Hopkins ao estudo dos terremotos foi a sugestão de utilizar a mediatriz de uma linha entre dois pontos conhecidos, onde as ondas chegaram ao mesmo tempo, para traçar uma nova linha perpendicular que passaria pelo local à superfície na vertical da origem do sismo. Esse local (que designamos hoje por epicentro) poderia ser determinado com mais dois pontos nas mesmas condições e uma segunda linha a passar pelo epicentro, o qual se localizaria onde as linhas se cruzassem. Destas considerações resultava a necessidade de estações sismológicas distribuídas em diferentes locais, equipadas com instrumentos adequados e funcionando com relógios em sincronismo, como veio a acontecer mais tarde (Oldroyd *et al*, 2007).

Também Mallet (1848 em diante), um engenheiro formado em Dublin, estava convencido que os sismos se transmitiam através de ondas. Ele desenvolveu uma ciência dos sismos pela observação sistemática das ondas geradas e criou o termo “sismologia”. Mallet elaborou igualmente um dos mais completos catálogos sísmicos (com epicentros prováveis e não calculados, pois não dispunha de instrumentos para os determinar), o qual, convertido num mapa (1858), permitia distinguir claramente as regiões sísmicas e assísmicas a nível mundial (Agnew, 2002).

Apesar de faltarem dados sobre a velocidade das ondas em sólidos, Robert Mallet utilizou o conhecimento da velocidade do som em tubagem de ferro fundido e, por comparação dos módulos de elasticidade desse material e das rochas, estimou teoricamente a velocidade de propagação nos sedimentos durante o GTL em 1750 pés por segundo. Ele esperava ser possível a determinação das velocidades por via experimental, com base em observatórios geológicos adequadamente localizados e que permitiriam “o conhecimento de todos os movimentos da crosta terrestre” (Mallet, 1848, citado em Oldroyd *et al*, 2007: 355). O próprio Mallet levou a cabo experiências com recurso a explosões que provocava com pólvora, em diferentes tipos de rochas, entre 1849-50, para determinar a velocidade das ondas. Nas experiências utilizou diversos instrumentos de medição, nalguns casos por si modificados, tendo confirmado que a velocidade das ondas dependia da densidade e da elasticidade dos materiais onde se propagavam (Oldroyd *et al*, 2007).

Em relação à distribuição espacial dos terremotos, Mallet publicou, em 1858, um relatório memória que incluía um mapa-mundo sismográfico, verificando que essa distribuição não era ao acaso. Este mapa acompanhava assim o seu grande catálogo sísmico, numa época em que não existiam observações sistemáticas e que a documentação relacionada estava incompleta (Ballore, 1906). A este respeito, Montessus de Ballore (1851-1923) vai afirmar que, não dispondo do conjunto de observações que depois veio a ser reunido, Mallet só podia confundir atividade vulcânica e instabilidade sísmica, duas manifestações das forças terrestres internas que o sismólogo francês considerava independentes (Ballore, 1906). Os seguidores de Mallet passaram então a dispor de três vias de investigação: os catálogos sísmicos gerais ou locais, as monografias particulares sobre os grandes tremores de terra e as observações instrumentais (Ballore, 1907).

Mallet, o iniciador dos estudos sismológicos associados a explosões, acreditava que um tremor de terra consistia principalmente numa compressão seguida de uma dilatação, ou seja, um movimento longitudinal. Foram os sismómetros⁹ que ao registarem uma forte componente transversal do movimento no solo mostraram que Mallet não tinha razão, pois, como sabemos hoje, as duas componentes estão presentes no movimento. O inventor do primeiro sismógrafo pode ser considerado Cecchi, em 1875 e o desenvolvimento do sismógrafo como uma ferramenta de pesquisa ao serviço da sismologia pode ser atribuído aos cientistas que trabalharam no Japão, na década de 80 do século XIX e que obtiveram os primeiros registos conhecidos do movimento do solo em função do tempo (Dewey e Byerly, 1969).

Emergia assim a sismologia instrumental que, no princípio do século XX, iria permitir a continuação do estudo da propagação das ondas sísmicas com base na teoria da elasticidade, entre outros, por Emil Wiechert (1861-1928). Graças ao sismógrafo que desenvolveu (1900) e que foi adotado em muitas estações sísmicas (ver figura 3.1), Wiechert contribuiu para que outros estabelecessem um modelo de interior da Terra constituído por um manto de silicatos em torno de um núcleo metálico, como ele próprio já conjecturara teoricamente antes (Ben-Menahem, 1995).



Figura 3.1 – Sismógrafo de Wiechert em exposição no Instituto Geofísico do Infante Dom Luís (foto do autor).

3.2.2-A sismologia geológica e a geração dos sismos

Mas não foi apenas a observação instrumental dos sismos, ou seja, a sismologia instrumental a emergir nesse princípio do século XX: uma outra sismologia emergiu, mais interessada nas causas do que nos efeitos dos terremotos, a sismologia tectónica ou geológica, que relacionava os tremores de terra com as forças internas responsáveis pela transformação gradual do relevo da superfície terrestre, ou seja, as forças que vão “erigindo as montanhas e escavando os oceanos” (Ballore, 1907: 27). A origem desta abordagem, no entanto, remontava ao princípio do século XIX, quando “huttonianos” e “wernerianos” esgrimiam argumentos quanto à velocidade e à natureza da variação geológica, tendo como pano de fundo uma discussão em torno das forças do interior da terra e da origem das montanhas, que a seguir se descreve.

O inspirador dos “huttonianos” era, naturalmente, James Hutton (1726-1797), um médico de formação com interesse na geologia que reconheceu no calor interno da Terra o papel central para criar e transformar rochas e minerais. Ele estruturou o ciclo de vida dos continentes e oceanos como um ritmo incessante de erosão e deposição, segundo o qual os continentes eram lentamente desgastados pela água superficial e transportados para o mar como sedimentos, mais tarde para serem elevados como novos

continentes. Em sentido contrário, Abraham Werner (1749-1817) argumentava que os estratos precipitaram sucessivamente a partir de uma solução de um oceano original, ideia ligada ao catastrofismo e enquadrada numa corrente denominada neptunismo. Nesta corrente, o calor interno e a atividade vulcânica tinham um papel secundário, sendo as desigualdades da superfície terrestre atribuídas à ação erosiva da água, em especial às fortes correntes geradas por flutuações do nível dos oceanos (Greene, 1984).

As teorias de elevação das montanhas acabaram por ser mais inspiradas por James Hutton (Zittel, 1901), defendendo que o poder de elevação necessário para levantar os estratos, associado aos vulcões, era o calor interno da Terra, o qual provocaria a expansão das rochas e conseqüente elevação da superfície da Terra, acima do nível do mar, formando os continentes e as montanhas. Os vulcões permitiriam o escape dos gases quentes e da massa rochosa derretida, evitando uma elevação excessiva da crosta terrestre. Mas tanto as ideias de Hutton como de Werner vão de algum modo prevalecer nas abordagens geológicas do século XIX.

Uma dessas abordagens para explicar o mecanismo de elevação das montanhas foi a de Elie de Beaumont (1798-1874), que considerou inicialmente a hipótese de uma ação vulcânica. A formação matemática obtida na Escola Politécnica terá contribuído para que incorporasse na sua abordagem geológica o estudo da disposição geométrica das características da Terra. Se em determinados locais, como nos Andes, as linhas de vulcões poderiam ser um dado a favor, a forma radial apresentada não estava de acordo com a elevação de grandes cristas, com uma direção comum ao longo de uma extensão considerável. Por isso, adotou uma ideia que já tinha sido proposta no século XVII por Descartes e Leibniz e no século XVIII por Buffon: o arrefecimento lento da terra. Esta ideia foi ganhando adeptos no século XIX como consequência natural da hipótese nebular de Kant e Laplace. Sendo a Terra e os outros planetas resultantes de matéria a elevada temperatura, e faltando uma fonte interna de calor, eles estariam a arrefecer por simples condução e, por conseguinte, em contração. Esta contração provocaria fissuras, falhas e dobras, com uma determinada disposição, na crosta terrestre (Greene, 1984).

As observações de campo apontavam para uma elevação repentina e de curta duração das camadas, o que levou Beaumont a defender que as montanhas não podiam ser meros produtos de erosão, nem apenas de uma ação lenta e irregular. Beaumont estava convencido da ocorrência de uma elevação simultânea em vários locais da Terra, pelo que a análise de estruturas específicas deveria dar lugar a uma abordagem da Terra como um todo. A sua teoria sobre a elevação das montanhas foi apresentada pela

primeira vez à Academia Real das Ciências de Paris, em 29 de junho de 1829. Elie de Beaumont tinha então observado apenas quatro sistemas de montanhas, mas o número de observações foi crescendo a ponto de escrever uma obra com o título – *Notice sur les systèmes de montagnes*, apresentada à mesma Academia e objeto de uma sinopse no primeiro volume do jornal científico e literário *O Instituto*, de Coimbra, em 1853, publicação que foi objeto de uma análise detalhada no capítulo anterior. O autor da referida sinopse termina a apresentação da obra de Beaumont referindo que “admitida [...] a existência daqueles sistemas, não poderá deixar de admitir-se também [...] a existência de forças gerais e constantes, obrando com diversa intensidade, mas simultaneamente, em todo o globo, nos diversos períodos da sua formação geológica” (Abreu, 1853: 182).

Entre 1850 e 1875, as ideias de Elie de Beaumont eram aceites em França e por muitos geólogos nos outros países europeus e nos Estados Unidos. Numa comunicação no primeiro congresso geológico internacional, em 1878, sobre a origem dos vulcões, Virlet d’Aoust, engenheiro civil e membro da Sociedade Geológica de França, considerava que os vulcões não eram causa, mas sim consequência da elevação das montanhas. O autor explicava a elevação das montanhas a partir do arrefecimento progressivo do globo, de acordo com Élie de Beaumont, afastando as hipóteses do calor central¹⁰ e da fluidez incandescente da massa interior do globo. Por causa de uma contração incessante da massa que constitui a Terra, mas não do seu envelope sólido, inicialmente formado, originam-se as crises dinâmicas responsáveis pelos grandes cataclismos, como a elevação das montanhas. Os acontecimentos sísmicos com efeitos desastrosos, como o tremor de terra da Calábria, em 1783 e o de Lisboa, de 1755, poderiam representar a uma pequena escala estes cataclismos responsáveis pelas montanhas. Para além de movimentos bruscos e instantâneos, os tremores de terra também poderiam ser explicados por a crosta sólida do globo estar sujeita a elevações e afundamentos extremamente lentos, que o autor designava por “oscilações seculares da superfície do globo”, e esta teoria permitia:

“[...] conciliar os partidários exclusivos das causas lentas, agora em grande número, com aqueles que defendem a existência de levantamentos violentos. Eles poderão complementar-se, porque se uns podem facilmente explicar certos factos, geralmente não podem outros” (Aoust, 1880: 242).

Mas foi James Dana (1813-1895) quem desenvolveu uma teoria que proporcionou uma base comum para geólogos de diferentes tendências: ele sugeriu que uma teoria geral de elevação continental e subsidência podia, e devia, incluir uma teoria especial de origem das montanhas em depressões geossinclinais nos limites continentais. Dana realçou a importância de uma longa contração e arrefecimento da Terra para a elevação dos continentes e a criação de montanhas, ou seja, defendeu que a causa da maior parte da estrutura geológica visível era o encolhimento da Terra, e enfatizou a ideia não uniformitarista de que o ritmo de mudança geológica estaria a abrandar (Abreu, 1853; Greene, 1984). Dana converteu-se à teoria na década de 40 do século XIX, tendo posteriormente desenvolvido o seu trabalho sobre a estrutura visível da Terra sempre com base na hipótese da contração.

O trabalho de Dana vai ser usado por Eduard Suess (1831-1914) numa teoria sobre a estrutura das montanhas. Poderá mesmo dizer-se que as publicações de Suess de 1875 (*A origem dos Alpes*) e 1883 (*O aspeto da Terra*) encerram uma nova doutrina orogénica, estabelecendo que os grandes acidentes do relevo terrestre são devidos a ações horizontais de compressão que produzem dobras e a quedas verticais ou afundamentos, por ação da gravidade, de compartimentos da crosta terrestre limitados por fraturas. Estas ações seriam devidas à contração térmica gradual da terra como um todo, que provocaria o seu encolhimento e a transformação contínua dos oceanos em continentes e vice-versa (Delgado, 1908; Oreskes, 1999).

No final do século XIX, apesar da geologia já ser uma ciência internacional e os geólogos viajarem frequentemente para visitar colegas no estrangeiro e para ver locais com interesse na sua área profissional, os geólogos europeus e americanos subscreviam visões incompatíveis da evolução da terra. Do mesmo ponto de partida – o arrefecimento secular da Terra – emergiam dois quadros diferentes. Na perspetiva europeia, a Terra estava num estado de fluxo contínuo e global, as bacias oceânicas podiam ser elevadas e transformar-se em continentes, os continentes podiam colapsar para formar bacias oceânicas, ou seja, a doutrina da “impermanência dos oceanos e dos continentes” (Greene, 1984: 234). Na perspetiva americana, os contornos básicos da Terra não se tinham alterado grandemente desde o início do tempo geológico, pelo que os continentes sempre tinham sido continentes, e os oceanos sempre oceanos, estando a mudança confinada a zonas discretas na interface. Por outro lado, a perspetiva americana enfatizava “as propriedades físicas dos minerais, as composições contrastantes das rochas dos continentes e do fundo oceânico, e a assimetria do

dobramento dos Apalaches”, enquanto a perspetiva europeia enfatizava “os padrões biogeográficos, a evidência estratigráfica da inter-convertibilidade da terra e mar, e os padrões diversos de dobramento nas cinturas montanhosas europeias e africanas” (Oreskes, 1999: 19).

O desenvolvimento da geodesia e da geofísica mostrou que o mecanismo da contração, por maior que fosse o arrefecimento e a respetiva contração da terra, não explicava a quantidade de dobramento já observada, pelo que esta teoria não chegava para explicar a deformação da crosta terrestre (Greene, 1984). Até à primeira década do século XX, foram feitas medições do campo gravítico da Terra por investigadores europeus e americanos, usando pêndulos, balanças de torção, barómetros e o antigo método de comparação de resultados geodésicos e astronómicos do mesmo arco, confirmando a existência de uma compensação isostática na superfície da Terra (Greene, 1984).

A descoberta da radioatividade nas rochas da crosta proporcionou ao físico John Joly (1857-1933) uma teoria geral que podia substituir a teoria da contração. A quantidade de calor produzida pelo decaimento radioativo reduzia a velocidade a que a Terra arrefecia. A ideia de radioatividade também proporcionava uma explicação para a deformação e levantamento dos sedimentos nos geossinclinais. E, não menos importante, permitiu calcular uma idade da Terra muito superior à proposta por Kelvin tendo por base a teoria da contração. Este e outros dados de natureza geológica e geofísica conduziram à hipótese da deriva continental, deduzida em 1912 por Alfred Wegener (1880-1930), uma primeira versão daquela que viria a ser a teoria da tectónica de placas (Greene, 1984) e da atual explicação dos acontecimentos sísmicos de origem natural.

3.2.3-Os sismos interpretados por Montessus de Ballore (1906-1907)

Um outro contributo significativo para a consolidação da abordagem geológica associada à sismologia foi a obra de Montessus de Ballore (1851-1923)¹¹ sobre tremores de terra, destacando-se um volume sobre geografia sismológica, publicado em 1906. Na apresentação deste volume, Lapparent (1839-1908)¹² referia que um ensaio que relaciona os sismos e as condições gerais que regulam o equilíbrio da crosta terrestre dificilmente poderia ser publicado no final do século anterior, porque em França não havia sismos para temer e mesmo entre os geólogos a opinião reinante era que a causa dos tremores de terra deveria ser procurada nas explosões vulcânicas subterrâneas.

Diversos sismos catastróficos entretanto ocorridos na Europa, e não só, mostraram que, mesmo ocorrendo fora de portas, o perigo podia invadir o território do país, um aviso que terá feito mudar a opinião pública (Ballore, 1906).

Também a ciência aproveitou estes “avisos”, os quais tornaram claro que os tremores de terra destruidores causavam estragos em países desprovidos de vulcões ativos e atingiam o seu máximo de intensidade nas regiões da crosta terrestre que a geologia designava como sendo as mais deslocadas. E quanto mais se estudava a crosta terrestre, mais se tinha de reconhecer os vestígios de numerosos esforços de rutura ou flexão. Era como se houvesse um conjunto de compartimentos embutidos, com diferenças de composição e estrutura, e que precisavam de se ajustar uns em relação aos outros. Assim, a perda de calor interno da terra e a expulsão de matéria eruptiva seria suficiente para perturbar o equilíbrio da crosta terrestre, sendo esta a causa provável dos tremores de terra que cobrem uma área incomparavelmente superior àquela que resulta de uma explosão vulcânica (Ballore, 1906).

Para avaliar esta hipótese, Lapparent referiu ser necessário um estudo de conjunto, que poderia ser concretizado de duas maneiras. Uma, foi levada a cabo pela Associação Britânica para o Avanço das Ciências, que criou uma rede de quarenta observatórios sismológicos, distribuídos por toda a superfície da terra e todos munidos com o mesmo tipo de aparelho registador (ver secção 3.4.2, neste capítulo). Em menos de três anos de funcionamento regular, a centralização dos registos permitiu obter resultados que confirmaram a ligação dos tremores de terra com as ruturas de equilíbrio da crosta terrestre. A outra, foi a levada a cabo pelo próprio Ballore, pela via da estatística gráfica mas exigindo igualmente coordenação. Ele catalogou e representou na forma de cartas a frequência e intensidade dos tremores de terra registados mundialmente (Ballore, 1906).

Os catálogos sísmicos permitiram estabelecer um mapa-mundo sismográfico, cuja descrição ocupou as quatro partes da *Geografia sismológica* de Ballore (1906): a primeira, denominada “o continente norte-atlântico”, a segunda “as áreas continentais extra-europeias”, a terceira “o geossinclinal mediterrânico ou alpino” e a quarta “o geossinclinal circumpacífico”. O último capítulo da terceira parte é dedicado à “embocadura do Tejo e Atlântico subtropical do Norte”, fazendo o autor referência ao “famoso tremor de terra de Lisboa de 1755” e ao terramoto de 11 de novembro de 1858, para concluir que a região instável de Portugal não se limita à embocadura do Tejo e que se estende pelo menos até Setúbal (Ballore, 1906: 343).

Em rodapé, Ballore informa que teve acesso a uma tradução alemã da comunicação dos serviços geológicos, de Paul Choffat, intitulada “Les tremblements de terre de 1903 en Portugal”¹³. A reprodução da carta que Choffat apresenta com as isossistas de maior intensidade dos sismos de 1 de novembro de 1755, 11 de novembro de 1858, 9 de agosto de 1903 e 14 de setembro de 1903 ocupa uma página (p.344) da *Geografia sismológica*. Ballore legenda a carta como “áreas pleistossísticas dos principais tremores de terra de Portugal” (Ballore, 1906: 344) e conclui que o sismo de 1755 e aqueles que aconteceram antes e depois mostram que, nas “paragens marítimas” de Portugal, existe “uma estrutura notavelmente atormentada, indicadora de vicissitudes geológicas às quais se deve atribuir os sismos em questão”, que poderá ser o banco de Gorringe, a 200 km a W.S.W do cabo de S. Vicente, formação que separa “dois abismos de 5000 metros” (Ballore, 1906: 345).

O mapa-mundo sismográfico permite concluir que as regiões sísmicas, penessísmicas¹⁴ e assísmicas não se distribuem uniformemente na superfície do globo e que a sua distribuição deve manifestar íntimas relações com as grandes vicissitudes da harmonia da superfície terrestre. Em conjunto, os dois geossinclinais que são objeto de estudo das terceira e quarta partes da *Geografia sismológica* são responsáveis por 91,08 por cento dos tremores de terra de que Ballore teve conhecimento através dos catálogos sísmicos, restando 8,92 por cento para as áreas continentais¹⁵, apesar destas apresentarem uma superfície “muito maior” (Ballore, 1906: 26). Esta proporção suporta a seguinte lei que domina o ensaio sobre geografia sismológica de Ballore:

“A arquitetura pregueada dos geossinclinais é instável, ao contrário da arquitetura tabular das áreas continentais, sendo isto verosimilmente verdadeiro em todas as épocas geológicas” (Ballore, 1906: 25).

Em 1907, Montessus de Ballore publicou novo volume: *A Ciência sismológica*. A apresentação, desta vez, foi de Eduard Suess, então professor de Geologia na Universidade de Viena, que revelou que após contribuir para uma melhor compreensão da natureza geológica dos tremores de terra quanto à sua dependência íntima com a formação do relevo terrestre e a elevação das cadeias de montanhas, na *Geografia sismológica*, Montessus de Ballore continuava a valorizar a observação dos acontecimentos sísmicos, justificando a organização deste novo volume em três partes, a primeira sobre os macrossismos ou tremores de terra sensíveis, designada por

sismologia de observação direta, a segunda sobre os microssismos ou tremores de terra instrumentais, designada sismologia instrumental ou teórica, e a terceira sobre os megassismos ou sismos destruidores, designada sismologia aplicada (Ballore, 1907).

A *Ciência sismológica* apresenta uma história da sismologia que engloba duas vias independentes: uma, mais antiga, baseada na observação dos sismos, quer de forma direta quer instrumental, e outra, a da sismologia tectónica ou geológica¹⁶, mais interessada nas causas dos tremores de terra e não tanto no efeito secundário que é o movimento sísmico. Esta via, mais recente, na qual se enquadra o volume sobre geografia sismológica, terá sido iniciada em 1873, pelo próprio Suess. Ao estudar, primeiro os tremores de terra na Áustria, depois na Itália Meridional, nos Alpes, finalmente na Hungria e na Croácia, Suess mostrou uma relação direta entre os tremores de terra e as forças internas da terra, as mesmas que elevam as cadeias de montanhas e que baixam os oceanos (Ballore, 1907).

Numa nota final sobre a teoria tectónica dos tremores de terra, Montessus de Ballore referiu que na *Geografia sismológica* procurou acumular provas a favor da teoria tectónica dos tremores de terra, mostrando que “as mesmas circunstâncias geológicas conduzem às mesmas condições sísmicas de estabilidade ou de instabilidade, qualquer que seja a região do globo onde se as estuda” (Ballore, 1907: 543). Para a generalidade das relações sísmico-tectónicas observadas, esta teoria adquiria um elevado grau de certeza, mas faltava até então a confirmação da existência de esforços de compressão que pudessem dobrar, fraturar e abalar os estratos terrestres em profundidade. Montessus de Ballore faz então referência a uma comunicação de Rzehak, que ao reunir numerosos factos observados em minas e em trabalhos de escavação de túneis, vem em defesa da teoria tectónica, destacando em especial as observações efetuadas nas minas de carvão da Alemanha e da Áustria, nas quais “a brusca descompressão dos estratos, resultante do vazio provocado pela sua exploração, liberta energia suficiente para gerar verdadeiros tremores de terra” (Ballore, 1907: 544). Os fenómenos sísmicos tornam-se assim “o resultado da libertação das compressões orogénicas dos estratos terrestres, quando alguma parte desses mesmos estratos acaba por ceder sob o esforço” (Ballore, 1907: 545).

Quanto ao GTL e considerando a sua extensão, Montessus de Ballore concluiu por uma origem submarina, tal como já considerara na *Geografia sismológica*, uma vez que sismos tão extensos como este resultavam de “movimentos tectónicos consideráveis” (Ballore, 1907: 194).

Se as publicações de Montessus de Ballore permitiram um rigoroso conhecimento da distribuição mundial das regiões sísmicas e sua relação com as estruturas da superfície terrestre (embora o desenvolvimento da sismologia instrumental tenha depois contribuído para uma melhor visão global da sismicidade), faltava ainda a compreensão do que realmente acontecia na fonte das ondas sísmicas. O terramoto na Califórnia, em 1906, proporcionou a oportunidade a Harry Fielding Reid (1858-1944) de integrar uma comissão encarregada de o estudar e o impulso para estabelecer a teoria do ressalto elástico (1910), segundo a qual os terremotos resultavam da libertação da tensão acumulada na falha¹⁷. Mais uma vez, um acontecimento sísmico, neste caso associado a uma falha que os americanos conheciam bem, que evidenciava grande movimentação, tanto na falha como à distância, impulsionava o desenvolvimento sismológico, não deixando dúvidas sobre a relação entre terremotos e falhas, embora alguns continuassem a ver as falhas como efeito e não como causa dos terremotos (Agnew, 2002).

A discussão em torno da origem das montanhas, no século XIX, levou a considerar os fenómenos tectónicos como causa dos terremotos. Esta discussão com contributos significativos de Beaumont, Dana e Suess, culminou com a demonstração estatística da relação entre regiões sísmicas e determinadas estruturas da superfície terrestre (os geossinclinais), por Ballore, e a associação dos sismos a falhas, por Reid, já no início do século XX e após estudar o terramoto de São Francisco. Entretanto, Hopkins e Mallet aplicaram ao estudo da propagação das ondas sísmicas na crosta terrestre os conhecimentos teóricos de Poisson sobre propagação de ondas em meio elástico, mas a necessidade de instrumentação adequada para estudar as ondas sísmicas não lhes permitiu ir mais longe.

3.3-Da medição dos sismos ao aparecimento dos primeiros modelos do interior da Terra

No século XIX, a profissionalização da atividade científica permitiu a especialização no estudo dos terremotos. Foi nesta altura que se iniciaram os primeiros catálogos de abalos sísmicos (e não listas de catástrofes), assim como a atribuição do estudo de cada abalo a um indivíduo, a uma comissão ou a uma sociedade científica local. Por exemplo, o terramoto da Andaluzia, de 25 de dezembro de 1884, foi objeto de

três comissões: uma espanhola, uma francesa e uma italiana (Agnew, 2002). Como sabemos, Mallet foi representante, a meio desse século, da tendência para a acumulação de dados com o objetivo de descobrir padrões subjacentes. Os catálogos sísmicos e as escalas de intensidades enquadravam-se nesta abordagem de natureza mais quantitativa, assim como os instrumentos sismográficos, que proporcionaram os dados cuja interpretação conduziu aos primeiros modelos do interior da terra. É esta história de uma abordagem mais quantitativa do estudo dos sismos que a seguir se apresenta.

3.3.1-As escalas de intensidade e de magnitude

O uso de escalas de intensidade foi importante, em termos históricos, porque permitiu a medição de um terramoto sem recurso a instrumentos. Os efeitos perceptíveis dos terremotos, ou seja, sem recurso a instrumentos, pertencem ao domínio do “macrossísmico”, enquanto o termo “microsísmico” é utilizado em relação às observações instrumentais (Musson e Cecic, 2002). A medição da intensidade com base nesses efeitos perceptíveis generalizou-se nas últimas décadas do século XIX, através da escala Rossi-Forel (1883) de dez graus, a primeira escala a ser usada internacionalmente. A escala de Sieberg (1912, 1923) já é uma escala de doze graus, cuja versão de 1923 é traduzida para inglês em 1931 e verificada por Richter em 1956, originando a Escala Modificada de Mercalli de 1956 (Musson e Cecic, 2002). Algumas destas escalas podem ser consultadas no apêndice E.

Mas aquele que pode ser considerado o “primeiro estudo científico, de campo” (Bolt, 1978: 99) sobre a intensidade de um sismo foi levado a cabo após o terramoto ocorrido no sul da Itália, em dezembro de 1857. Robert Mallet aproveitou para solicitar à Royal Society um fundo para deslocar-se ao Reino de Nápoles, o que aconteceu em fevereiro do ano seguinte. Durante duas semanas ele procurou medir a força e distribuição do movimento sísmico, utilizando como métodos a cartografia e a catalogação detalhada dos relatos e danos sentidos nos edifícios e na superfície terrestre. Ao desenhar, num mapa, linhas que uniam locais com danos idênticos ou intensidade idêntica, ele determinou o centro do abalo sísmico e, por conseguinte, a fonte das ondas sísmicas. Também o padrão destas linhas isossistas permitia a Mallet conhecer a taxa a que os efeitos do abalo diminuía com a distância, proporcionando uma estimativa da dimensão relativa do terramoto.

O estudo da intensidade passou depois a ser feito com recurso a questionários que eram respondidos por pessoas da área afetada. As respostas permitiam elaborar um

mapa em que as áreas de igual intensidade ficavam limitadas das outras através de um contorno. Este mapa proporcionava então informação sobre a distribuição do abalo a partir da fonte e, quando comparado com um mapa geológico, era possível investigar sobre o efeito resultante do tipo de rocha/solo na intensidade. Na sequência do terramoto de São Francisco, em 1906, H.O.Wood utilizou este método e demonstrou a existência de uma relação entre o tipo de rocha em São Francisco e a distribuição da intensidade do terramoto (Bolt, 1978).

A sismologia instrumental trouxe a oportunidade de comparar sismos a nível mundial, quer eles se fizessem sentir em regiões habitadas, quer não. Ao contrário do que acontecia com a intensidade, a magnitude era uma medida que não dependia nem da densidade populacional nem do tipo de construção, mas antes da amplitude das ondas sísmicas, registadas nos sismogramas. Esta ideia foi concebida por Wadati no Japão, em 1931, e desenvolvida por Charles Richter (1900-1985) na Califórnia, em 1935. Richter definiu a magnitude de um terramoto local como “o logaritmo de base dez da máxima amplitude de uma onda sísmica (medida em milímetros) registada num sismógrafo padronizado a uma distância de 100 quilómetros do epicentro do terramoto” (Bolt, 1978: 104).

A escala de magnitude de Richter foi desenvolvida para terremotos que ocorriam na região sul da Califórnia, considerando sismógrafos do tipo Wood-Anderson e sem especificar o tipo de onda para determinar a máxima amplitude. Escalas diversas de magnitude estão atualmente disponíveis para que o método possa ser utilizado a partir de outros tipos de sismógrafos e escolhendo o tipo de onda mais adequado. Para além de medir a “grandeza” relativa de um sismo, a magnitude pode ser usada para distinguir uma explosão nuclear de um terramoto devido a causas naturais. A magnitude permite ainda prever a maior aceleração do abalo num determinado local de uma estrutura importante a construir, para que os engenheiros possam conceber a estrutura de modo a suportar esse abalo (Bolt, 1978).

De referir que à medida que a capacidade da monitorização instrumental foi melhorando, ao longo do século XX, se verificou um desinteresse na investigação macrossísmica e na medição da intensidade dos terremotos. Porém, a partir do meio da década de 70, voltou a haver interesse por este assunto, tendo em vista a revisão da sismicidade histórica e, por conseguinte, a avaliação do risco sísmico. A macrossismologia tinha a vantagem de poder ser aplicada a acontecimentos sísmicos que ocorreram antes de estarem disponíveis instrumentos de medição ou em locais não

abrangidos por esses instrumentos. Bastava que a região fosse povoada e que os seus habitantes tivessem deixado algum tipo de registo sobre os terremotos que sentiram, ou seja, as mesmas condições que eram necessárias para a elaboração de catálogos sísmicos anteriores ao século XX (Musson e Cecic, 2002).

De referir também a introdução recente de uma nova escala para avaliação das intensidades sísmicas, a Escala Macrossísmica Europeia 1998 (ver apêndice E), tendo como objetivos principais uma utilização “simples e intuitiva” e “que diferentes utilizadores com diferentes sensibilidades pudessem chegar a conclusões iguais” (Alves, 2001: 55) em qualquer parte do mundo onde existam edifícios. A escala foi sujeita a um período de testes antes de ser apresentada juntamente com um guia de utilização. Inclui uma tabela de vulnerabilidade dos edifícios com seis classes e exemplos. Entre outros, esta nova escala procura resolver o problema da inclusão de edifícios com projeto anti-sísmico e ser apropriada para a avaliação de registos históricos (Alves, 2001).

3.3.2-A instrumentação sismológica

No que diz respeito à via instrumental, e embora não sendo o primeiro a registar um abalo sísmico, John Milne (1849-1913), um engenheiro britânico, que tinha chegado ao Japão quatro anos antes do terremoto de Yokohama para ensinar engenharia, acrescentou ao ênfase quantitativo de Mallet o uso regular de medições instrumentais, muitas vezes recorrendo a instrumentos especialmente concebidos para o efeito. Com a ocorrência desse terremoto, em 22 de fevereiro de 1880, mais uma vez se avançou na organização das condições necessárias para o estudo da ciência dos sismos: foi fundada a primeira¹⁸ organização científica dedicada aos estudos sismológicos, a Sociedade Sismológica do Japão, dirigida por Milne, cuja atividade profissional passou a ser a sismologia (Agnew, 2002).

Esta “nova sismologia” que era a sismologia instrumental tinha um novo problema para resolver: distinguir as “fases”¹⁹ observadas no sismograma e relacioná-las com os diferentes tipos de ondas que se propagavam no interior da Terra. Embora o primeiro registo instrumental de um abalo não sentido possa ter sido na China, no ano 143, o primeiro instrumento a registar automaticamente o tempo e alguns parâmetros do abalo (direção, intensidade e duração) foi o “sismógrafo” de L. Palmieri (1856), na verdade um conjunto de sismoscópios²⁰ (um para cada parâmetro), utilizado na Itália e no Japão. Tal com este, também os instrumentos entretanto desenvolvidos por Milne,

registando a baixa velocidade, não eram adequados para discriminar as ondas associadas ao sismo (Agnew, 2002; Dewey e Byerly, 1969).

Um instrumento concebido por Cecchi, na Itália, pode ser considerado o primeiro sismógrafo (1875). Ao contrário dos anteriores, este dispositivo foi concebido para registar o movimento relativo de um pêndulo e a Terra em função do tempo. Um engenhoso mecanismo permitia que o período de oscilação fosse de um segundo. Um sismoscópio associado iniciava o relógio e colocava em movimento a superfície de registo no momento do abalo, a qual rodava à velocidade de um centímetro por segundo, durante vinte segundos. No entanto, este primeiro sismógrafo parece ter-se revelado como pouco sensível (Dewey e Byerly, 1969).

Em 1889, Ernst von Rebeur-Paschwitz (1861-1895), quando experimentava em Potsdam (Alemanha) um pêndulo horizontal modificado, registou um tremor de terra ocorrido no Japão. Este acontecimento assinalou o nascimento da sismologia instrumental com uma abrangência mundial. Estimulado por estas observações, Milne concebeu em 1894 o sismógrafo que ficou conhecido pelo seu nome, capaz de detetar ondas sísmicas que se propagavam a vários milhares de quilómetros da sua origem e registando as três componentes de movimento do solo (vertical, norte-sul e este-oeste). Para além disso, era suficientemente compacto e simples de utilizar de modo a possibilitar a sua generalização por todo o mundo (Ben-Menahem, 1995).

Mas os aparelhos de Milne também não eram adequados para mostrar com detalhe as fases das ondas sísmicas. O primeiro sismógrafo realmente eficaz foi construído na Alemanha, por Emil Wiechert (1861-1928)²¹, em 1904, tornando-se uma referência nas estações sísmicas do princípio do século XX (Agnew, 2002). O aparelho concebido por Wiechert usava um “pêndulo inverso” (com o peso no topo da haste) e os grandes movimentos eram amortecidos por pistões de ar. As vibrações eram registadas continuamente em faixas de papel fumado em movimento. O tempo em que ocorria a perturbação podia ser conhecido pois os marcadores eram elevados a cada minuto. Como no princípio do século XX muitos observatórios estavam equipados com sismógrafos como os de Wiechert, os tempos de chegada aos diferentes observatórios podiam ser comparados com sinais provenientes do mesmo tremor de terra (Oldroyd, 2009).

Para esta comparação ser possível, tinha de haver um tempo coordenado exato, uma preocupação que levava Milne a enviar uma carta para colónias britânicas e outros países, solicitando informações sobre o “tempo civil” (utilizado, por exemplo, nos

caminhos de ferro de passageiros e nos telégrafos de cada país) relativamente ao tempo médio de Greenwich (Kabrna, 2007). Também a sincronização dos relógios era um requisito, o qual começou a ser cumprido em Berna (Suíça), em 1890, com a instalação de uma rede elétrica ligada a um relógio-mãe. No ano em que Wiechert concebeu o seu sismógrafo, já as horas transmitidas por rádio, ou seja, sem recurso a fios condutores, suplantavam o tempo elétrico comunicado telegraficamente (Galison, 2005).

Ainda no ano de 1904, Wiechert e van dem Borne propuseram as letras P, S e L para distinguir as diferentes fases, quanto ao tempo e à forma. Já antes, em 1900, R. D. Oldham (1858-1936), então diretor do Serviço Geológico indiano, utilizara medições do terramoto de Assam (Índia) de 1897 para classificar os primeiros tremores ou impulsos detetados em Itália em duas fases, que identificou como ondas longitudinais e ondas transversais, correspondendo então a fase principal a ondas de superfície. Aparentemente, as ondas tinham viajado através da terra, de Assam para Itália, constatou Oldham, com velocidades crescentes em função da distância percorrida, o que estaria de acordo com um interior da terra de maior temperatura e de maior pressão (Oldroyd, 2009). O interior profundo da Terra começava a ser revelado.

3.3.3-Os modelos do interior da Terra

A sismologia instrumental possibilitou revelar algumas características do interior da Terra precisamente porque Oldham constatou que a diferença entre o tempo de chegada das ondas P e das ondas S dependia da distância à origem do terramoto. Aparentemente, as ondas S (que não se propagam em meio líquido) atrasavam-se sempre que o ângulo, em relação ao centro da Terra, entre a origem do terramoto e o observatório, era superior a 120° , o que lhe permitiu colocar a hipótese de uma diferença física entre a região central da Terra (núcleo) e o que estava à sua volta. O geofísico e matemático russo Leonid Leybenzon (1879-1951) foi mais longe e admitiu, em 1911, que o núcleo era líquido, hipótese que não prevaleceu de imediato porque era apenas a sismologia que a evidenciava (Oldroyd, 2009).

Elaborando curvas com o tempo de propagação e a respetiva velocidade das ondas P e S, o geofísico alemão Karl Zoeppritz (1881-1908) reconheceu pela primeira vez que as ondas internas são refletidas nas descontinuidades. E usando dados teóricos obtidos por Wiechert e dados obtidos do estudo dos terremotos de Kangra (1905), Calábria (1905) e São Francisco (1906), Zoeppritz estabeleceu equações que relacionam

as amplitudes das ondas P e S de cada lado da interface, um contributo importante para determinar as propriedades do interior da Terra (Agnew, 2002; Ben-Menahem, 1995).

Outro contributo para o estudo da propagação das ondas e para o conhecimento do interior da Terra foi o do sismólogo croata Andrija Mohorovicic (1857-1936) que, recorrendo a dados do terramoto ocorrido na região das Balcãs, em 1909, descobriu fases adicionais que explicou assumindo uma descontinuidade da velocidade a 50 km de profundidade, hoje interpretada como a fronteira crosta-manto. Em 1914, o geólogo americano Joseph Barrel (1869-1919) utilizou o termo “astenosfera” para designar uma zona plástica no manto superior (o que estava de acordo com a teoria da isostasia). No mesmo ano, o sismólogo alemão Beno Gutenberg (1889-1960) determinou com precisão a profundidade da fronteira manto-núcleo e, doze anos mais tarde, proporcionou evidência para a existência de uma zona a uma profundidade de 70-100 km, onde a velocidade das ondas sísmicas decrescia (a astenosfera). A exploração do interior da Terra registou novo desenvolvimento em 1936, no que diz respeito às descontinuidades que são hoje conhecidas, quando a sismóloga dinamarquesa Inge Lehmann (1888-1993) mostrou que o próprio núcleo apresentava uma descontinuidade, evidenciando a existência de um núcleo sólido no interior do núcleo líquido (Agnew, 2002; Ben-Menahem, 1995; Oldroyd, 2009).

A sismologia instrumental proporcionou evidências significativas sobre a estrutura interna da Terra, caracterizada por regiões em estados físicos diferentes, e a própria teoria da tectónica de placas suporta-se hoje em evidências resultantes da instrumentação sismológica (Oldroyd, 2009). Refira-se ainda que os estudos sismológicos relacionados com o interior da Terra receberam novo impulso, a partir de 1946, com a utilização de explosões nucleares subterrâneas como focos, cada um com localização e tempo de ocorrência conhecidos e precisos (Ben-Menahem, 1995).

Podemos assim concluir que as escalas de intensidade e de magnitude e a catalogação dos abalos sísmicos foram o resultado de um esforço quantitativo que caracterizou a sismologia, a partir da década de 80 do século XIX. Para esta tendência de quantificação dos efeitos dos sismos, que esteve associada à primeira organização para o estudo dos sismos, no Japão, contribuiu de modo significativo o desenvolvimento dos instrumentos de medição, com capacidade e precisão crescentes, por Mallet, Milne e Wiechert. A via instrumental aplicada ao estudo dos sismos, por especialistas de diferentes nacionalidades, nas primeiras décadas do século XX, permitiu o

conhecimento de uma estrutura interna da Terra caracterizada por regiões em estados físicos diferentes.

3.4-A cooperação internacional: dos mapas geológicos às redes sísmicas

Se a sismologia instrumental forneceu informação relevante para o conhecimento da estrutura interna da terra e se foi um pilar significativo para a teoria da tectónica de placas, tal se ficou a dever em muito à partilha de informação entre investigadores de todo o mundo, partilha tanto mais significativa se tivermos em conta que as ondas sísmicas atravessam o globo terrestre e provocam efeitos em toda a superfície terrestre e, como tal, não ser possível o seu estudo efetivo considerando fronteiras políticas. Nesta secção, analisaremos o desenvolvimento da cooperação internacional ao nível da ciência dos sismos, destacando primeiro aquela que terá acontecido ao nível da geologia, pela necessidade de cartografar toda a superfície terrestre, e depois, ao nível da sismologia instrumental, com as estações sísmicas a adotar o mesmo tipo de instrumentos, de modo a possibilitar a comparação dos registos obtidos, condição indispensável para a determinação rigorosa da origem dos sismos.

3.4.1-Mapas geológicos, congressos e a Associação Sismológica Internacional

A ideia de cooperação, no âmbito dos estudos geológicos, remonta ao século XIX e aos primeiros serviços geológicos. A investigação, o desenho e a publicação de um mapa geológico, cobrindo todo o território de um país, requeria um esforço sustentado ao longo de várias dezenas de anos e envolvendo o trabalho de vários especialistas (incluindo geólogos), a constituição de coleções, escolas e museus, a resolução de litígios entre instituições estatais e privadas, e ainda resistir às críticas, nomeadamente da falta do retorno económico prometido pelos apoiantes da elaboração de mapas geológicos nacionais (Corsi, 2007). Impunha-se assim uma dimensão comparativa entre os serviços geológicos dos vários países.

A adoção de uma dimensão comparativa respondia a várias necessidades. Primeiro, a determinação e o sucesso dos vários Serviços Geológicos na Europa e no mundo ocidental eram desiguais, pelo que os autores de investigações preliminares em França, Itália, Bélgica, Suécia ou Brasil lucraram bastante com a comparação das suas agendas de pesquisa com as desenvolvidas pelos colegas a trabalhar no Reino Unido,

Portugal ou Estados Unidos. Segundo, os Serviços Geológicos europeus procuravam inspiração uns nos outros. Por exemplo, o modelo português de uma Comissão Geológica “científica” a supervisionar o trabalho de campo por engenheiros de minas foi uma referência quando o Serviço Geológico italiano iniciou em 1867. Terceiro, os Serviços Geológicos nacionais integravam redes formais e informais de comunicação e intercâmbio, constituindo os Congressos Internacionais de Geologia a principal tentativa de coordenar nomenclaturas, escalas cromáticas e símbolos a usar nos mapas (Corsi, 2007).

Foi na sequência de uma exposição em Filadélfia, em 1876, que se formou em Buffalo, um comité para a organização de um congresso geológico internacional. O objetivo era principalmente estabelecer as regras para a elaboração de cartas e a nomenclatura e as classificações em Geologia. A Sociedade Geológica de França, da qual o Diretor dos Serviços Geológicos de Portugal, Carlos Ribeiro, era membro, com o consentimento do então Ministério da Agricultura e do Comércio francês, respondeu ao desafio de organização do evento. Carlos Ribeiro acabou por integrar o Conselho do Congresso, porque assim foi requerido aos presidentes das sociedades geológicas, francesas ou estrangeiras, ou diretores de grandes serviços geológicos. O primeiro Congresso realizou-se em Paris de 29 a 31 de agosto e de 2 a 4 de setembro de 1878 (*Comptes Rendus*, 1880).

Tal como os geólogos, os sismólogos sentiram as vantagens da cooperação. O testemunho de John Milne, quando apresenta a sua obra sobre sismologia, é elucidativo:

“Em resumo, quando [...] penso no generoso aconselhamento que recebi durante os últimos vinte anos de Lord Kelvin, do Professor John Perry, e de outros membros dos comités em que participei, quando me recordo da liberalidade da *Royal Society*, da *British Association* e da *Geological Society*, e quando evoco o trabalho de J. A. Ewing, Thomas Gray, G. H. Darwin, C. Davison, Sekiya, Yamakawa, Fujioka, von Rebeur-Paschwitz, e de muitos outros de cujos trabalhos eu beneficiei, sinto que os resultados que reuni neste pequeno volume ilustram o valor da cooperação entre trabalhadores científicos” (Milne, 1898: vii).

Para além destas vantagens que John Milne resume e que podem ser extensíveis a outras áreas científicas, no caso específico da Sismologia a necessidade de cooperação surgiu

associada ao facto dos grandes sismos não serem fenómenos locais, o que implicava reunir todas as observações efetuadas na área abalada para o seu estudo. Em 1873, De Rossi começa a juntar no seu “Bulletino del Vulcanismo italiano” (1873-1890) as observações feitas pelas estações sismológicas já estabelecidas em grande número por toda a superfície de Itália, a maioria privadas. Esta colaboração voluntária deu origem, em 1879, a um serviço de Estado, integrado no “Ufficio centrale di Meteorologia e di Geodinamica” (Ballore, 1907). Não sabemos se inspirado neste exemplo, mas também Milne vai dinamizar um boletim com as observações realizadas em diferentes países, resultante de cooperação a nível internacional, como veremos na secção seguinte.

Se a extensão das áreas abaladas dos terremotos destruidores trouxe a necessidade de redes de observação, a descoberta, em 1889, por von Rebeur-Paschwitz, que as ondas sísmicas abalam o mundo inteiro e podiam ser registadas por todos os sismógrafos suficientemente sensíveis, levou o autor da descoberta a projetar a criação de uma associação sismológica internacional, de modo a obter-se a colaboração das observações de todo o mundo. A proposta foi apresentada no Congresso Geográfico de Londres, em 1895. O trabalho isolado estava a dificultar a investigação sismológica, pelo que M. Gerland, professor de Geografia em Estrasburgo, convocou uma primeira reunião, em 1901, com o propósito de criar essa associação universal. Uma segunda reunião realizada em 1903, também em Estrasburgo e ainda preliminar, contou com o Diretor do Serviço Meteorológico dos Açores, Afonso Chaves, em representação de Portugal (*Apêndice ao Diário do Governo*, nº393 – 1909; Ballore, 1907).

Em 1905, num encontro em Berlim, vinte e três países aderiram à *Associação Sismológica Internacional*. A Associação era dirigida por uma Comissão permanente, formada por um delegado de cada país membro associado. Também possuía um gabinete central cujo trabalho principal consistia na publicação de um catálogo anual de todos os tremores de terra (macrossismos e microssismos) e dos trabalhos sismológicos mais significativos, bem como na comparação dos instrumentos sísmicos e na comunicação entre estações sísmicas (*Apêndice ao Diário do Governo*, nº393 - 1909). A partir de 1919 passou a ser publicado em Oxford um boletim com os registos globais de terremotos, designado *International Seismological Summary* (Ben-Menahem, 1995).

Mas por causa da guerra mundial (a primeira), a Associação Sismológica Internacional terá perdido a sua autonomia, como lamentava Navarro, em 1930, a propósito da mesma renascer então como uma ramificação da União Geodésica e Geofísica Internacional. O número de países que constituíam à data essa União ascendia

a 31, incluindo Portugal²². Na altura, o território continental era “vigiado” apenas pelas estações de Lisboa e Coimbra, e Espanha contava com oito estações sísmicas. Uma das principais funções da sismologia instrumental era a determinação dos epicentros, podendo recorrer-se à interpretação dos sismogramas (epicentro calculado) para além das observações macrossísmicas (epicentro provável). A seção de Sismologia da referida União dispunha então de duas publicações, uma que servia para divulgar dados microssísmicos de todas as estações sismológicas e os epicentros calculados, e a outra para divulgar memórias de diversos autores (Navarro, 1930).

3.4.2-Duas redes sísmicas com distribuição mundial: a dos jesuítas e a americana

Um aspeto fundamental da cooperação internacional ao nível da sismologia é a partilha de dados obtidos pelos instrumentos sismológicos mundialmente distribuídos. Para que esta partilha fosse possível contribuíram as soluções de unificação do tempo (entre estações sismográficas) que foram desenvolvidas no final do século XIX (sistema elétrico e sistema de telégrafo), bem como a melhoria dos próprios instrumentos. Podemos assim considerar que no final do século XIX havia a necessidade e estavam criadas as condições tecnológicas para estabelecer redes sísmicas.

Uma primeira rede sísmica resultou da instalação do pêndulo horizontal de Milne em quarenta observatórios espalhados por todo o mundo, mas especialmente em colónias britânicas, satisfazendo assim o requisito do mesmo tipo de aparelho. Regressado a Inglaterra em 1895, Milne iniciou o estabelecimento de uma rede a partir de 1896 com o envio a outros países de uma circular-convite para cooperação. Os dados recolhidos por Milne dos países aderentes eram analisados, catalogados e incluídos num boletim chamado *Shide Circular*, o único do género publicado continuamente entre 1899 e 1912²³. Após 1899, Milne pode pesquisar o epicentro de 462 tremores de terra e representar a sua distribuição mundial, obtendo 13 áreas ovais desiguais. Com exceção de uma que se estendia dos Alpes aos Himalaias, as outras doze estavam maioritariamente situadas na superfície marítima da Terra (Ballore, 1907; Kabrna, 2007).

Após o desenvolvimento de sismógrafos de maior precisão, para o registo de ondas de terremotos que ocorriam noutros continentes, os cientistas alemães estabeleceram um programa de pesquisa abrangente que implicou o recurso aos registos sismográficos para estudar o interior da terra. As ondas sísmicas viajavam a velocidades diferentes no interior da terra mostrando que ela não era uniforme, mas para obter estes

dados era necessário que o tempo de chegada das ondas dos grandes tremores de terra fosse registado de forma precisa nas diferentes estações, distantes umas das outras. Os cientistas europeus começaram a promover o estabelecimento de redes mundiais de estações sismográficas que fizessem registos dos terremotos e os encaminhassem para a Europa (Geschwind, 1998).

Os geólogos americanos interessados no conhecimento do interior da terra aderiram e divulgaram o programa de pesquisa sismológica global, o que teve como resultado, nos anos que se seguiram a 1900, a instalação de novos sismógrafos. O terremoto de S. Francisco, em 1906, deu novo impulso, com a instalação de mais sismógrafos. No entanto, não houve interesse em conduzir uma investigação sismológica própria, mas apenas em juntar os registos sísmicos para análise pelos pesquisadores europeus²⁴ (Geschwind, 1998).

Apesar do aumento do número de sismógrafos, as instituições nacionais americanas falharam na instalação de uma rede sismográfica bem coordenada, com instrumentos padronizados e operados por assistentes experientes, que pudesse contribuir para o programa de pesquisa liderado pelos cientistas alemães. Os colégios jesuítas, se bem que autónomos, partilhavam a mesma cultura e um sentido de missão comum, comunicavam através de canais bem estabelecidos e tinham professores com formação padronizada, ou seja, dispunham da infra-estrutura institucional necessária para corresponder aos requisitos de um programa científico global. Às referidas características, acrescente-se a pobreza dos colégios jesuítas, que obrigava a que cada professor dominasse várias disciplinas científicas, como a Física, a Geologia e a Matemática, condição indispensável para vingar numa área interdisciplinar como a sismologia (Geschwind, 1998).

A entrada dos jesuítas americanos na sismologia deveu-se em grande parte à iniciativa de Frederick L. Odenbach (1857-1933) que, depois de uma educação inteiramente em escolas de jesuítas, foi designado para a faculdade de St. Ignatius College, em Cleveland, onde cedo revelou aptidão para manipular equipamento meteorológico. Ele também construiu um aparelho elétrico que empregava novos métodos para registar os terremotos, apesar deste novo sismógrafo produzir registos difíceis de interpretar. A partir de 1905, Odenbach incluiu registos sobre terremotos nos boletins de observações que ele regularmente distribuía a partir do seu observatório meteorológico em St. Ignatius (Geschwind, 1998).

Em 1909, Odenbach sugeriu que os jesuítas entrassem na sismografia de uma forma mais sistemática. Ele enviou uma carta circular aos seus colegas jesuítas de todo o país, propondo formar uma rede de estações sismográficas. A data de envio da carta foi oportuna, porque chegou cinco semanas depois de um terramoto que atingiu o sul da Itália²⁵, matando mais de oitenta mil pessoas. O terramoto fora notícia de primeira página por mais de uma semana, fornecendo aos cientistas uma oportunidade de mostrar seus conhecimentos em sismologia. Além de argumentar que os jesuítas deviam ser envolvidos em sismografia por causa da aclamação e prestígio que obteriam por parte do público, Odenbach também afirmou que os jesuítas eram particularmente adequados para esta empresa. Por causa dos canais estabelecidos de comunicação já existentes entre os inúmeros colégios, os jesuítas estavam excepcionalmente qualificados “para organizar um sistema de observatórios com instrumentos do mesmo tipo e tratados da mesma maneira” (Geschwind, 1998: 35).

A empresa alemã Spindler & Hoyer tinha acabado de desenvolver uma versão barata de um sismógrafo, cuja manutenção era simples e com poucas despesas correntes. No final, quinze das cerca de vinte e cinco faculdades americanas jesuítas (assim como um colégio jesuíta no Canadá) concordaram em participar da rede de Odenbach, com os aparelhos alemães, que veio a ser conhecida como o Serviço Jesuíta de Sismologia. No princípio de 1911, a persistência de Odenbach permitiu começar a recolher regularmente registos de sismos das várias estações jesuítas e a encaminhá-los para o Gabinete Central da Associação Sismológica Internacional, em Estrasburgo, para utilização no programa europeu de investigação sismológica (Geschwind, 1998).

Em relação à distribuição das estações sismológicas, Manuel Navarro (1867-1941), membro da Companhia de Jesus e diretor da estação sismológica de Cartuja (Granada), dava em 1914 conta que, de 1901 até então, se passara de sessenta e seis para duzentas e setenta, repartidas por todo o mundo, três das quais em Portugal, sete em Espanha e uma no Brasil (Navarro, 1914). Num período de tempo breve, a sismologia não só ficou provida de delicados instrumentos, mas também de teorias e fórmulas demonstráveis, bem como de uma organização mundial, tendo em atenção a Associação Sismológica Internacional, que contava então com vinte e um países, incluindo Portugal (Navarro, 1914).

Em 1937, mais de 300 estações sismológicas podiam ser contabilizadas em todo o mundo, e mais de vinte pertencentes à Companhia de Jesus. Destas, duas situavam-se na Europa, uma em Inglaterra e outra em Espanha, ambas publicando boletins e

enviando para Estrasburgo as suas observações. A Companhia de Jesus contava também com duas estações sismológicas na Ásia, uma em África e várias nos Estados Unidos, a maioria instalada em Universidades e grandes colégios, e ainda uma Associação Sismológica própria (Navarro, 1937). Apesar da melhoria dos instrumentos, como a grande rede inglesa, que se distribuía por todo o mundo e substituíra os seus antigos Milne por sismógrafos de qualidade superior, Navarro considerava que das cerca de 300 estações sismográficas existentes em 1930, só metade das estações cumpria os requisitos de ter boa hora, bons sismógrafos e bem cuidados, pessoal habilitado e em exclusividade de funções, e regularidade na publicação de trabalhos, prestando “reais serviços à ciência” (Navarro, 1930: 30).

E foram razões de segurança nacional que permitiram que o Governo americano apoiasse financeiramente, a partir de 1947, a melhoria da organização e dos instrumentos que poderiam detetar uma explosão nuclear em qualquer local da superfície terrestre, o que resultou na criação da *World Wide Standard Seismograph Network* (WWSSN), já nos anos 60 do século passado. Esta rede forneceu, pela primeira vez, um acesso fácil a registos obtidos a partir de sensores bem calibrados e padronizados, espalhados pelo mundo. Também foi possível melhorar resultados antigos, como por exemplo no que diz respeito à distribuição dos sismos, e obter outros novos (Agnew, 2002). A partir de 1963, esta rede mundial americana contribuiu para melhorar a precisão na determinação instrumental dos epicentros (Costa, 2005).

De referir que condições geológicas favoráveis permitiram que fosse instalada no Observatório Meteorológico do Porto, agora Instituto Geofísico, a partir de 1963, a estação nº91 da *World Wide Standard Seismographic Network*, num total de 120 estações distribuídas por todos os continentes. A estação compreendia um sismógrafo de período curto para deteção de terremotos com origem próxima e um sismógrafo de período longo, sensível a terremotos distantes. Os sismogramas eram enviados para Albuquerque, no Novo México, fotografados e devolvidos em fita de filme à respetiva estação, criando assim uma vasta base de dados (Monteiro e Soares, 2010).

Concluindo, a necessidade de ter dados comparáveis sobre a propagação do mesmo sismo em toda a área abalada, para a localização dos epicentros e para o estudo do interior da Terra, levou a um esforço de cooperação internacional, que se traduziu na criação da Associação Sismológica Internacional e no estabelecimento de redes sísmicas. Um caso singular na história da ciência dos sismos representativo desse

esforço foi o da Companhia de Jesus, que estabeleceu por sua conta uma rede de estações sismográficas distribuídas por todo o mundo, com aparelhos de precisão e procedimentos normalizados, no princípio do século XX, depois de uma primeira rede britânica e muito antes da *World Wide Standard Seismograph Network* (WWSSN), surgida no contexto de um programa americano para deteção de explosões nucleares.

3.5-Considerações finais

As Luzes sobre os terremotos da segunda metade do século XVIII trouxeram um esforço de explicação natural, quer a partir do fogo do interior da terra quer a partir do fenómeno da eletricidade, em oposição a uma explicação dominante na época, de cariz mais religioso. Verificamos que, para além das causas, foi prestada grande atenção aos efeitos dos terremotos, em especial aos do GTL, o que permitiu uma primeira ligação com a ideia de propagação do sismo a partir de um ponto central (Kant) e que essa propagação se faria na crosta terrestre na forma de movimento vibratório e ondulatório (Michell).

A discussão em torno da origem das montanhas, no século XIX, levou a considerar os fenómenos tectónicos como causa dos terremotos. Esta discussão com contributos significativos de Beaumont, Dana e Suess, culminou com a demonstração estatística da relação entre regiões sísmicas e determinadas estruturas da superfície terrestre (os geossinclinais), por Ballore, e a associação dos sismos a falhas, por Reid, já no início do século XX e após estudar o terremoto de São Francisco. Entretanto, Hopkins e Mallet aplicaram ao estudo da propagação das ondas sísmicas na crosta terrestre os conhecimentos teóricos de Poisson sobre propagação de ondas em meio elástico, mas a necessidade de instrumentação adequada para estudar as ondas sísmicas não lhes permitiu ir mais longe.

As escalas de intensidade e de magnitude e a catalogação dos abalos sísmicos foram o resultado de um esforço quantitativo que caracterizou a sismologia, a partir da década de 80 do século XIX. Para esta tendência de quantificação dos efeitos dos sismos, que esteve associada à primeira organização para o estudo dos sismos, no Japão, contribuiu de modo significativo o desenvolvimento dos instrumentos de medição, com capacidade e precisão crescentes, por Mallet, Milne e Wiechert. A via instrumental aplicada ao estudo dos sismos forneceu evidências, nas primeiras décadas do século

XX, sobre uma estrutura interna da Terra caracterizada por regiões em estados físicos diferentes.

A necessidade de ter dados comparáveis sobre a propagação do mesmo sismo em toda a área abalada, para a localização do epicentro e para o estudo do interior da Terra, levou a um esforço de cooperação internacional, que se traduziu na criação da Associação Sismológica Internacional e no estabelecimento de redes sísmicas. Um caso singular na história da ciência dos sismos representativo desse esforço foi o da Companhia de Jesus, que estabeleceu por sua conta uma rede de estações sismográficas distribuídas por todo o mundo, com aparelhos de precisão e procedimentos normalizados, no princípio do século XX, depois de uma primeira rede britânica e muito antes da *World Wide Standard Seismograph Network* (WWSSN), surgida no contexto de um programa americano para deteção de explosões nucleares.

Após a ocorrência de sismos com efeitos relevantes, foi na Itália que surgiu a primeira comissão para estudar um sismo e foi no Japão que se formou a primeira organização científica para o estudo dos sismos. A elevada sismicidade destes países contribuiu para o desenvolvimento da ciência dos sismos, incluindo a nível instrumental. A menor sismicidade, comparativamente com os referidos países, fazia tardar a necessária organização de um serviço sismológico em Portugal, embora tenha sido em território nacional que ocorreu o sismo (GTL) cujos efeitos contribuíram para o início da sismologia moderna.

¹ O autor da lista, Montessus de Ballore, considerava que o valor da superfície em movimento, aquando do GTL, se baseava em dados insuficientes, principalmente em relação ao continente americano. Um sismo com grau de destruição (intensidade) equivalente, o de Assam, na Índia, ocorrido em 12 de junho de 1897, ocupa a terceira posição da lista e, segundo o autor, foi melhor estudado, tendo sido sentido em 4,5 milhões de quilómetros quadrados, cerca de metade da área da Europa. A referida lista permite concluir da independência entre a extensão da área abalada e a intensidade atingida (Ballore, 1907).

² Numa comunicação publicada em 1914, no *Boletim da Sociedade Sismológica Americana*, Harry Fielding Reid afirmava que as narrativas e as descrições sobre os fenómenos ocorridos, na altura do terramoto de 1755, poderiam ter sido influenciadas a ponto de originar falsas concepções sobre os efeitos do terramoto. Mesmo assim, considerava o GTL como o terramoto “mais notável” (Reid, 1914: 53) da história, tendo em atenção a região onde ocorreu, os danos que provocou, a distância a que foi sentido, e o maremoto e a agitação das águas de lagos distantes que originou.

³ Gabriel Malagrida (1689-1761) nasceu em Itália e desenvolveu trabalho ao nível da missionação e do ensino, no Brasil. O estatuto relevante de que beneficiava por parte da Corte portuguesa fê-lo radicar-se em Lisboa. Foi o autor da obra intitulada “Juízo da Verdadeira Causa do terramoto que padeceu a Corte de Lisboa, no Primeiro de Novembro de 1775” onde afirma que “os destruidores de tantas casas e Palácios [...] não são cometas, não são estrelas, não são vapores, ou exalações, não são fenómenos, não são contingências, ou causas naturais; mas são unicamente os nossos intoleráveis pecados” (Malagrida, 1756, citado em Pires, 2012:19).

⁴ Cerimónia que visava castigar, publicamente, aqueles que punham em causa a ordem natural estabelecida, podendo envolver “razões de ordem religiosa, política e moral” (Braga, 2007: 49).

⁵ Nicolas Lémery foi um químico que tentou reduzir uma diversidade de fenómenos naturais (como erupções vulcânicas e terremotos) a uma única causa (Breidert, 2005), neste caso uma mistura química. É possível encontrar semelhanças com esta posição “experimentalista” de Kant em Teodoro de Almeida, que no Tomo III (p.113) da *Recreação Filosófica* sugere misturar substâncias minerais presentes na superfície da Terra para que ocorra a ignição do fogo que origina o terramoto (ver capítulo anterior).

⁶ A vida de John Michell era dedicada ao meio académico, tendo o magnetismo sido o primeiro tema de investigação. A sua atividade científica viria a repartir-se entre diferentes domínios, como era comum no século XVIII, neste caso entre a Astronomia, a Física, a Química, a Hidráulica e a Geologia. A par da atividade científica, exerceu as funções de clérigo, primeiro em Cambridge e depois em Thornhill, uma aldeia no interior da grande região mineira de carvão do condado de York (Coelho, 2006).

⁷ O trabalho de Michell originou uma comunicação lida durante cinco sessões consecutivas na Royal Society, em março de 1760, com um longo título: *Conjectures concerning the cause, and Observations upon the phaenomena of Earthquakes; particularly of that Great Earthquake of the first of November, 1755, which proved so fatal to the City of Lisbon, and whose effects were felt as far as Africa, and more or less throughout almost all Europe* (Coelho, 2006). Como fonte, utilizamos uma tradução que é acompanhada do fac-simile do manuscrito, no quarto volume de uma obra inteiramente dedicada ao terramoto de 1755, uma publicação da Fundação Luso-Americana e do *Público*.

⁸ Os dois também tinham diferentes teorias sobre a causa do magnetismo da Terra. Darwin defendia que o ferro fundido no núcleo da Terra era responsável pelo campo, enquanto Bennet pensava que existia uma atmosfera magnética à volta da Terra, sendo rarefeita num pólo e condensada no outro (Elliot, 1999).

⁹ Sismómetro é a designação atribuída à parte sensível do sismógrafo, geralmente um pêndulo suspenso e sismógrafo é um instrumento que serve para registar, em função do tempo, os movimentos da superfície da terra provocados pelas ondas sísmicas (Bolt, 1978: 228).

¹⁰ Beaumont rejeita assim o modelo de James Hutton, segundo o qual o levantamento dos estratos e a formação das montanhas ocorreriam por ação do calor ou fogo subterrâneo (Gohau, 1988).

¹¹ Fernand Montessus de Ballore, de nacionalidade francesa, obteve na Escola Politécnica a formação matemática que aplicou no estudo dos tremores de terra, a atividade científica de que se ocuparia em exclusivo ao longo da sua vida. Foi diretor dos serviços sismológicos do Chile e autor de numerosas obras, entre elas *Les tremblements de terra: Géographie séismologique* (1906), *La Science séismologique (Les tremblements de terre)* (1907) e *La Géologie sismologique (Les tremblements de terre)* (1924) (Ballore, 1924).

¹² Alberto de Lapparent foi autor de um Tratado de Geologia (1881) e de um Curso de Mineralogia (1884). Após formar-se na Escola de Minas de Paris, entrou para o Corpo de Engenheiros de Minas (1860) e para o Serviço da Carta Geológica de França (1865), tendo sido iniciado nos trabalhos geológicos por Elie de Beaumont. Aceitou em geral os fundamentos da nova teoria orogénica de Suess, mas procurou destacar factos que não são explicados por ela (Delgado, 1908).

¹³ Choffat, P. (1904). Les tremblements de terre de 1903 en Portugal. *Comunicações do Serviço Geológico*, tomo V: 279-306.

¹⁴ Montessus de Ballore aplica o termo “penessímico” a países onde os sismos ocorrem com frequência variável e atingindo intensidade “severa” (Ballore, 1906: 11) e o termo “símico” quando os tremores de terra são frequentes e, de vez em quando, mais ou menos “desastrosos”.

¹⁵ No sentido dado por Gustave Haug (1861-1927), ou seja, as plataformas situadas entre os geossinclinais. Estas formações geológicas motivam a divisão em quatro partes da *Geografia sismológica* (Ballore, 1906).

¹⁶ A via da sismologia tectónica ou geológica foi precisamente o objeto de um outro volume, *A Geologia sismológica*, mas o falecimento prematuro de Montessus de Ballore implicou que a revisão final fosse levada a cabo por um irmão. No prefácio deste volume (da autoria de Pierre Termier) pode ler-se que foi o corolário de uma mesma obra com o título geral “Os tremores de terra”, onde também estariam incluídos os volumes anteriores *Geografia sismológica* e *A Ciência sismológica* (Ballore, 1924).

¹⁷ Este contributo para a sismologia, do princípio do século XX, encontra-se presente em manuais escolares do século XXI. Dois manuais destinados ao ensino secundário nacional que consideram a teoria do ressalto elástico são: Dias, A. G.; Guimarães, P.; Rocha, P. (2007). *Geologia 10/11*. Porto: Areal Editores, p.174; e Silva, A. D.; Mesquita, A. F.; Gramaxo, F.; Santos, M. E.; Baldaia, L. e Félix, J. M. (2007). *Terra, Universo de Vida. Geologia. 10/11*. Porto: Porto Editora, p.145.

¹⁸ Na sequência de um outro sismo, ocorrido no mar Tirreno, em 28 de julho de 1883, foi fundado o serviço sismológico italiano, e foi após o sismo de São Francisco, em 18 de abril de 1906, que surgiu a Sociedade Sismológica Americana.

¹⁹ Num sismograma, as fases correspondem aos diferentes tipos de ondas. Raul de Miranda descreve que “a fase inicial começa com as ondas longitudinais e designa-se pela letra P; a fase segunda é representada por S e indica as ondas transversais; a terceira fase exprime as ondas superficiais ou longas e representa-se por L” (Miranda, 1942: 39). As ondas superficiais têm amplitudes e períodos bastantes superiores aos das ondas P e S, que são ondas que se propagam no interior da terra. Cada tipo de onda estará melhor representado num sismograma quanto mais distante da fonte do sismo estiver o sismógrafo (Bolt, 1978; Machado, 1970).

²⁰ Enquanto os sismoscópios servem “simplesmente” para dar aviso, os sismógrafos registam e “dão a informação mais completa possível acerca dos movimentos do solo sobre que assentam” (Antunes, 1950: 49). Os sismoscópios são “sismógrafos simples” (Bolt, 1978: 228) que não têm em conta o fator tempo.

²¹ Fundador do Instituto Geofísico em Göttingen, na Alemanha (Ben-Menahem, 1995).

²² A quinta Assembleia Geral da organização que promovia a cooperação internacional ao nível da geofísica, incluindo a sismologia, realizou-se em Portugal, mais precisamente em Lisboa e em Coimbra, em 1933. A edição número 10 da revista *A Terra* (julho de 1933) apresenta o programa deste encontro, cuja análise permite concluir da inclusão de uma componente social e lúdica significativa.

²³ A *Shide Circular* contou com o contributo de Estação sismográfica de Ponta Delgada, nos Açores (Kabrna, 2007).

²⁴ O já referido neste capítulo Harry F. Reid, professor de Geologia Física na Universidade Johns Hopkins, começou em 1902 a receber \$125 por ano dos serviços geológicos americanos para recolher e agrupar registos sismográficos americanos; uns anos mais tarde, ele também os enviava anualmente para o Departamento Central da Associação Internacional Sismológica, em Estrasburgo, na Alemanha (Geschwind, 1998).

²⁵ Sicília e Calábria, em 28 de dezembro de 1908 (ver apêndice F).

CAPÍTULO 4 - A ciência dos sismos em Portugal e os terremotos de 1755 e de 1909

“Honra, portanto, à nossa Associação [dos Engenheiros Civis Portugueses], se associa assim a esta cruzada verdadeiramente humanitária e científica, e a quem o último terremoto que houve em Portugal a 23 de abril, bem mostra o interesse que estes estudos devem ter entre nós” (Sousa, 1909: 284).

Os elementos recolhidos nos capítulos anteriores permitiram concluir que Portugal é um país com sismicidade, embora de distribuição geográfica desigual. Lisboa, o sul do território continental e os Açores são áreas do território nacional que podem ser consideradas de maior sismicidade, algumas vezes com efeitos catastróficos. Dos vários terremotos com efeito destruidor ocorridos em território continental, destacaram-se dois pelo impacto ao nível socioeconómico e técnico-científico: o terremoto de Lisboa, de 1755 (GTL) e o de Benavente, de 1909 (TB). São especialmente os efeitos técnico-científicos que nos permitem considerar estes dois acontecimentos como os mais significativos na história da ciência dos sismos em Portugal, o primeiro a partir de 1755, que inclui os efeitos visíveis de um terremoto ao nível de novos conhecimentos e, como verificamos no capítulo anterior, uma dimensão pública de âmbito internacional, e o segundo a partir de 1909, incluindo os efeitos de um terremoto com uma dimensão pública mais “modesta”, de âmbito nacional, mas com observações instrumentais. Em comum, podemos dizer que ambos os terremotos proporcionaram a oportunidade para o estudo do acontecimento sísmico, quer por iniciativa das autoridades de então quer por iniciativa individual. Neste capítulo iremos evidenciar como a própria sismicidade teve efeito no desenvolvimento da ciência dos sismos e no resultante despertar da sismologia em Portugal, considerando em especial a compreensão do acontecimento sísmico, uma vez que a institucionalização da sismologia será o objeto do capítulo seguinte.

Na elaboração desta história do desenvolvimento da ciência dos sismos, agora a nível nacional, seguimos uma abordagem que é a de considerar tanto os estudos institucionais/coletivos como os realizados em nome individual, que tenham como foco os referidos acontecimentos sísmicos, independentemente do momento, no período considerado, em que foram efetuados. No caso do GTL, tivemos em conta um estudo que foi efetuado mais de 150 anos após a sua ocorrência, um exemplo de como a sismicidade histórica pode contribuir para o desenvolvimento da sismologia.

Assim, na sequência do GTL, analisaremos um estudo coevo¹ que integra o catálogo sísmico da autoria de Moreira de Mendonça e um estudo que foi efetuado no século XX, por Pereira de Sousa, igualmente autor de um catálogo sísmico. O estudo de Pereira de Sousa sobre o GTL realizou-se na época em que um outro terramoto ocorrido em território nacional também era objeto de estudos. Um dos efeitos do terramoto de Benavente (1909) foi a nomeação de uma comissão, pelas autoridades de então, competindo a Paul Choffat e a Alfredo Bensaúde a elaboração do relatório que resultou do estudo efetuado. Mas antes da publicação deste relatório, já um estudo pioneiro em Portugal por ter em conta dados obtidos a partir de um sismograma registado em território nacional, da iniciativa de Ferreira Diniz, havia sido publicado na revista da Associação dos Engenheiros Cívicos Portugueses. São estes quatro estudos de autores nacionais, que contribuíram para a compreensão do acontecimento sísmico, dois na sequência do GTL e dois na sequência do TB, que passaremos a analisar de seguida, não sem primeiro ter em conta os efeitos técnico-científicos que consideramos mais significativos em cada um dos terramotos.

4.1-O GTL: a compreensão do acontecimento sísmico através da distribuição dos efeitos no tempo e no espaço

Sob o ponto de vista técnico-científico pode afirmar-se que o sismo de 1755 teve três primeiras consequências muito importantes: um primeiro levantamento global e sistemático do estado do país, através de questionários; a inovação nas técnicas de construção de edifícios; e a elaboração do primeiro catálogo nacional de sismicidade histórica (já analisado no capítulo 1). Quanto à interpretação do acontecimento sísmico em si, já sabemos que o GTL motivou estudos internacionais, como o de Kant ou o de Michell, mas também no território nacional houve quem se dedicasse a investigar as causas do GTL, caso de Moreira de Mendonça e de Pereira de Sousa, este último com a particularidade de o ter feito já no século XX e tendo por base, precisamente, dados constantes nos questionários referidos. São estes efeitos técnico-científicos do GTL que passaremos a analisar de modo mais detalhado, com destaque para os estudos de Moreira de Mendonça e de Pereira de Sousa.

O terramoto de Lisboa de 1755 (GTL) terá sido o que provocou, em Portugal, o maior grau de destruição nos últimos três séculos. Porque os efeitos de destruição de

terramoto em todo o país foram devastadores («havia que enterrar os mortos e cuidar dos vivos»), Carvalho e Melo, o homem que dirigia com mão de ferro o governo do país, e que já fora ministro plenipotenciário em Londres (cidade que em 1666, devido a um incêndio, fora abalada por uma catástrofe de dimensões similares) e Viena, procurou conhecer em termos objetivos o estado geral do país: o método foi um questionário de treze perguntas sobre sinais e manifestações do terramoto que, em 1756, deveria ser respondido pelas paróquias de Monção a Vila Real de Santo António (ver apêndice C).

Neste inquérito havia a manifesta preocupação em entender a dimensão natural do fenómeno, perguntando-se, por exemplo, “Se se percebeu que fosse maior impulso de uma parte que de outra? vg. do norte para o sul ou pelo contrário, se parece que caíram mais ruínas para uma parte que para a outra parte?” (Sousa, 1919: 6-7). Isto é, o fenómeno provocado tinha uma direcção e um sentido, e da observação poder-se-iam tirar conclusões para a reconstrução. Este questionário apresentava “um carácter verdadeiramente científico, bastante estranho para a época” (Ballore, citado em Sousa, 1919: 7). As respostas aos questionários são agora estudadas no quadro da tectónica de placas, com o objetivo de compreender o terramoto de 1755 e de efetuar estimativas de risco que permitam adotar medidas de prevenção sísmica (Carneiro e Mota, 2005).

A catástrofe obrigou à dinamização de políticas públicas, por exemplo, ao nível da assistência médica e saúde pública, assim como da construção e urbanismo (Cardoso, 2005). A reconstrução de Lisboa obrigou a desenvolvimentos importantes, em especial, na técnica da construção, de modo a que os edifícios resistissem aos sismos que historicamente assolavam a capital do reino. Foi o que se passou com o aparecimento da produção em série e a introdução de princípios de pré-fabricação, para satisfazer rápida e economicamente as necessidades de construção. Ainda no domínio da engenharia, fizeram-se estudos no sentido de se adotar uma estrutura inovadora que resistisse «elasticamente» à vibração provocada pelos sismos (as construções poderiam oscilar sem partir) o que deu origem à célebre construção em “gaiola”; ao mesmo tempo, para precaver o risco de futuras derrocadas, estudou-se a altura dos edifícios (três ou quatro andares) que permitia resistir às oscilações do solo (França, 1989). O GTL deu ainda lugar ao primeiro regulamento escrito de construção, que preconizou casas em armação ou casas-barracas, as quais passaram a ser o tipo de construção mais usual em Portugal, por muitos anos e até para “os palácios de maior importância” (Ballore, 1907: 504).

Ainda no âmbito das políticas públicas, não sabemos até que ponto o GTL poderia ter influenciado alguns ensinamentos da reforma de 1772 do ensino superior (ver

apêndice D). A Universidade de Coimbra criou então a Faculdade de Filosofia, onde passaram a ser lecionadas as matérias relativas às ciências naturais e às ciências Físico-Químicas, consideradas nos estatutos como saberes úteis e necessários à sociedade humana. Esta Faculdade oferecia Filosofia Racional e Moral no primeiro, História Natural no segundo, Física Experimental no terceiro, e Química no quarto e último ano, as quatro disciplinas que constituíam o curso filosófico (Carvalho, 1987a; Cruzeiro, 1988).

O estudo do GTL a nível internacional, como descrito no capítulo anterior, permitiu que surgisse a explicação físico-matemática, refletida na ideia de movimento ondulatório e dos efeitos do sismo poderem ocorrer distantes da sua origem. Esta ideia de propagação do sismo está explícita em dois textos encontrados no diário de D. Frei Manuel do Cenáculo (1724-1814), sobre um outro sismo, este ocorrido em 27 de novembro de 1791, sentido no Algarve, no Alentejo, em Lisboa e Sevilha. Os dois textos são de autoria desconhecida, embora Vaz (2001) suponha que Luís Saldanha de Oliveira, com quem Frei Manuel trocava correspondência, possa ter sido o autor do texto que enumera as localidades onde se fez sentir o terramoto com os mesmos efeitos, como Beja e Serpa, permitindo a elaboração de um mapa com o percurso que o sismo seguiu. O outro texto é um registo mais numérico, com a indicação das horas e minutos em que ocorreram as réplicas, que Vaz (2001) considera poder ser da autoria do próprio Frei Manuel. Estes textos, para além de mostrar o interesse que alguns indivíduos já revelavam no estudo do tema, mostram uma atitude que pode ser classificada de científica, tendo em atenção a observação dos factos e o registo sistemático.

As condições atmosféricas no momento dos abalos do primeiro de novembro de 1755 foram descritas recorrendo a instrumentos (barómetro e termómetro) e com a objetividade própria da interpretação científica por Miguel Tibério Pedegache², autor de uma interpretação natural que antecedeu a de Moreira de Mendonça. Sobre as causas dos abalos e a razão de terem sido sentidos quase ao mesmo tempo em diferentes países e continentes, Pedegache apoiou-se em Buffon e referiu a existência de matérias em profundidade que, inflamando, produziram uma grande quantidade de ar, o qual se precipitou com violência através de cavernas e fendas, provocando o tremor de terra. Pedegache defendia que Lisboa estava “fundada sobre um terreno de minerais” (Pedegache, 1756: 12) e descreveu os efeitos de doze acontecimentos sísmicos ocorridos no passado para mostrar que o território português está sujeito à sismicidade. Destes, considerou notáveis os de 1309, de 1531 e de 1755, porque permitiam prever

“algum terramoto grande em Portugal” (Pedegache, 1756: 23) entre os anos de 1977 e 1983.

Tal como Pedegache³, também Moreira de Mendonça foi testemunha dos efeitos do GTL. Como sabemos, este publicou em 1758 a *História Universal dos Terramotos*, uma obra que regista um número de acontecimentos sísmicos muito superior ao que foi considerado por Pedegache. Moreira de Mendonça também foi mais detalhado na análise das causas e na descrição dos efeitos do GTL, assim como Pereira de Sousa, que a partir da data do TB e até à sua morte, durante cerca de duas décadas, dedicou-se ao estudo dos efeitos do GTL com base nas respostas dadas aos questionários coevos sobre a catástrofe. Moreira de Mendonça e Pereira de Sousa fazem interpretações representativas sobre os sismos em cada uma das épocas consideradas mas, como mostraremos, suportadas em informação recolhida de um modo sistemático.

4.1.1-A interpretação coeva ou o trabalho de Moreira de Mendonça (1758)

A *História Universal dos Terramotos* constitui uma fonte para o estudo da sismicidade histórica a nível mundial e, em particular, do país, como se verificou no capítulo 1. Reservou-se para este capítulo a análise da terceira parte da referida obra, uma dissertação de Moreira de Mendonça sobre a constituição e funcionamento da Terra, na qual o autor reflete sobre as causas e os efeitos dos terramotos⁴. Nesta “dissertação física”, Moreira de Mendonça define novamente o acontecimento sísmico como fenómeno natural:

“O terramoto é uma pulsação, tremor, inclinação, ou subversão da terra em alguma parte do Globo terráqueo. É um fenómeno da natureza sempre horroroso pelos seus lamentáveis efeitos [...]” (Mendonça, 1758: 171).

Para fazer prova da sua definição, Moreira de Mendonça analisou as opiniões dos Antigos e dos Modernos filósofos sobre as causas dos terramotos. E conclui serem essas opiniões “erróneas” ou “inverosímeis” (Mendonça, 1758: 171), exceto as que têm em conta o fogo subterrâneo como agente.

A observação (sistemática) dos tremores de terra, réplicas do GTL, durante vinte e dois meses, que já referimos no capítulo 1, permitiu a Moreira de Mendonça refutar como causas dos terramotos a eventual ligação ao Sol, Lua, Estrelas e Eclipses (conforme opinião do Padre Mestre Cabrera, um dos filósofos modernos que Moreira de

Mendonça tem em conta). O autor considera que muitos terremotos revelam “uma inegável probabilidade do fogo subterrâneo ser a origem” (Mendonça, 1758: 186). Por isso, propõe-se apresentar um sistema racional, assente nas seguintes dez proposições:

i) *O Globo Terráqueo contém grande variedade de mixtos conhecidos, e outros muito ignorados* (p.187). Moreira de Mendonça faz referência a Buffon, La Quintanie e Reaumur, para concluir da natureza diversa dos constituintes da Terra. Outros autores são referidos a propósito da sua forma, que as “últimas observações dizem ser esferóide” (Mendonça, 1758: 189) e da sua organização, em que “tudo são suposições” (Mendonça, 1758: 189), embora o autor destaque os sistemas de Haley, Wiston, Burnet, Woodward, e Leibniz⁵;

ii) *Há grandes cavernas no interior do Globo Terráqueo* (p.193). O fogo e a água são as causas das cavernas subterrâneas, o primeiro porque consome as matérias formando novos “vácuos”, a segunda porque, com o seu “curso e continuado movimento” faz aluir a terra originando “novas ou maiores concavidades”. Moreira de Mendonça cita Buffon e dá exemplos de cavernas com base em Feijoo, Strabão, Kircher e Martinius;

iii) *A água se comunica de uns e outros mares, e lagos por condutos subterrâneos, e a abismos, que há no interior da terra* (p.195). Entre outros exemplos, cuja referência mais frequente é Kircher, Moreira de Mendonça refere que na Ilha de S. Miguel “há uma lagoa de uma légua de circuito, na qual se conhece muitas vezes a maré encher e vazar, apesar de distante do mar” (Mendonça, 1758: 198) e que na Serra da Estrela há duas lagoas que “se alteram tempestuosamente como o mar” (Mendonça, 1758: 199);

iv) *O ar se acha nos poros, e interstícios de todos os corpos* (p.201). Moreira de Mendonça faz referência às experiências de Nollet⁶ que demonstram a presença de ar nos corpos e conclui da presença de ar no interior da Terra;

v) *O fogo está disseminado por todos os mixtos do Universo* (p.202). Mais uma referência a Nollet para informar que “todos os corpos contêm partes sulfúreas, ou ígneas” (Mendonça, 1758: 202) e, entre muitos exemplos, lembrar que quando se percutem pedras ou quando se esfrega paus origina fogo;

vi) *Há fermentações na união de vários corpos, e de muitas procede visível fogo* (p.206). Vários exemplos são descritos por Moreira de Mendonça, como o calor que se liberta quando se mistura cal e água ou o fogo produzido pela mistura da cal viva no vinagre. Referência aos físicos da Academia das Ciências (francesa) a propósito de uma

fermentação em que se vê “ebulição, fumo e chama”, quando se junta um óleo de plantas aromáticas com um “espírito azedo” (Mendonça, 1758: 207);

vii) *Há fogo subterrâneo; e este é mais violento, que outro qualquer, que conhecemos* (p.209). Moreira de Mendonça considera “inquestionável” a existência do fogo subterrâneo. Prova-se pelos vulcões ativos e pelos vestígios de outros que já estiveram ativos, pela contínua produção de vapores a partir da terra e da água, pelas “produções” dos Reinos Animal, Vegetal e Mineral, pelas numerosas fontes de água quente, e pelo aumento de temperatura que se experimenta quando aumenta a profundidade nas minas. Quanto à violência, lembra os fogos que chegaram a produzir “ilhas de bastante extensão” (Mendonça, 1758: 212), como observado em Santorin (1707) e diante da ilha de S. Miguel (1638);

viii) *O ar é capaz de uma condensação muito grande. Nas matérias inflamáveis se acha muito condensado* (p.213). Referência às experiências de Tósca para provar a compressão do ar e a M. Amontoens para revelar que “o ar quanto mais profundo nas entranhas da terra, tanto mais condensado está” (Mendonça, 1758: 213);

ix) *Há mixtos na terra muito inflamáveis de sua natureza* (p.214). Moreira de Mendonça dá como exemplos de corpos muito inflamáveis o enxofre e os betumes naturais, por conterem em maior número “partículas ígneas”;

x) *O movimento rapidíssimo do Éter, ou matéria sutil causa todas as produções e fenómenos da natureza* (p.215). Moreira de Mendonça define éter como “um corpo fluido, no qual estão como infundidos todos os outros corpos” (Mendonça, 1758: 215), o qual é responsável por colocar em movimento “o fogo, o ar, e os mais elementos, que causam a produção dos minerais, dos vegetais e dos animais” (Mendonça, 1758: 216).

Ao longo de cerca de trinta páginas, Moreira de Mendonça expõe o seu sistema de causas e efeitos, primeiro dos terramotos em geral e, depois, do GTL em particular, baseando-se nas referidas dez proposições. O fogo desempenha um papel fundamental, ao causar a inflamação das matérias do interior da terra e originar vapores. Estes vapores precisam de ocupar um espaço maior, o que faz mover a terra quando necessário. Se o fogo comunicar com a água, esta reduz-se a vapores com “grande potência para impelir, o que lhe resiste para ocupar o espaço, que lhe compete” (Mendonça, 1758: 222). Segundo o Abade Nollet, “um dos mais sábios físicos experimentais” (Mendonça, 1758: 222), toda a matéria, de qualquer natureza, podia

fazer explosões violentas. A origem de um vulcão era então explicada por Moreira de Mendonça do seguinte modo:

“Movida a parte superior da Caverna se os lados são muito sólidos, e não tem na mesma linha horizontal outras concavidades vizinhas, e a inflamação é em caverna não muito profunda, precisamente deve romper a terra, e causar Vulcão” (Mendonça, 1758: 222).

De acordo com esta perspectiva, os vulcões são considerados por Moreira de Mendonça como efeitos dos terremotos. Por sua vez, os vulcões (e, por conseguinte, os terremotos), podem estar na origem de ilhas, quando “a expulsão das matérias é copiosa” (Mendonça, 1758: 228). Para reforçar a “verificação” do seu sistema, Moreira de Mendonça descreve a já referida experiência de Lémery (ver capítulo anterior) cujos efeitos, assim como os da pólvora incendiada, considera “muito análogos” (Mendonça, 1758: 230) aos dos terremotos. Sobre outro efeito dos terremotos, as ruínas dos edifícios resultam de balanços violentos na sequência de movimentos parciais da terra, que se principiam por “concussão ou pulsação do centro para a superfície” (Mendonça, 1758: 227). No caso do GTL, as concussões do centro para a superfície foram “brandas” nos primeiros impulsos, mas quando repetiram foram “muito violentas”, causando os “estragos” (Mendonça, 1758: 241).

A propósito da origem do GTL, Moreira de Mendonça afirma que “a primeira explosão foi no terreno do Oceano imediato a Lisboa” (Mendonça, 1758: 239-240). Sustenta esta conjectura pelos sinais que ele próprio testemunhou, como a mudança de aspeto da água (de poço) que usava, alguns dias antes, o fumo que cobriu Lisboa, no dia anterior, e o ar exterior mais quente que o do interior das casas, na noite que antecedeu, todos sinais que só podiam resultar de uma “fermentação” iniciada junto a Lisboa e não na distante costa africana. Tendo em atenção que a hora do terremoto fora de Portugal é sempre posterior à de Lisboa, Moreira de Mendonça considerava provável o terremoto ter principiado em Lisboa e ter-se propagado para o Sul, por Espanha, até à costa africana.

Quanto à extensão dos efeitos do GTL, Moreira de Mendonça conjecturou que a primeira explosão poderia ter sido profunda, entre 15 a 25 léguas de profundidade, permitindo que o fogo se comunicasse a muitas cavernas e originado muitas explosões, o que teria tornado o tremor de terra “sensível a partes mais distantes” (Mendonça,

1758: 238). Moreira de Mendonça também admitia a hipótese do primeiro incêndio não ter sido tão profundo, mas a comunicação, através de “veias” e “condutos”, a outras cavidades à mesma profundidade, teria permitido a ocorrência de “explosões debaixo de distantes lugares” (Mendonça, 1758: 238).

Para explicar as réplicas do GTL, Moreira de Mendonça considerou também dois tipos de causa, mas neste caso complementando-se. Na sequência do incêndio e das conseqüentes explosões, algumas porções de terra ficavam sem sustentação e à medida que se iam desprendendo, pelo seu próprio peso, originavam pequenos tremores de terra. A apoiar esta hipótese sobre as causas das réplicas, que assim teriam uma origem diferente do grande terramoto, Moreira de Mendonça lembrava a ausência dos sinais dos terremotos. Uma outra causa resultava da comunicação do fogo a diferentes lugares com menos quantidade de matérias inflamáveis, onde ocorriam “novos terremotos” (Mendonça, 1758: 247) mas com menos efeitos.

De acordo com os princípios que expôs, a maior ou menor força do impulso inicial, a duração e a qualidade do terreno é que determinavam as “diferenças dos terremotos” (Mendonça, 1758: 249). E era também convicção de Moreira de Mendonça que os sinais, desde que muitos, permitiam o prognóstico de um terramoto. Com base em descrições que recolheu de terremotos precedentes e dos que experimentou antes do próprio GTL, Moreira de Mendonça elaborou a seguinte lista de sinais precursores: uma serenidade do ar muito durável (p.252); a inopinada seca de algumas fontes, ou aumento das águas de outros (p.253); a turvação da água principalmente dos poços (p.253); o fervor, ou intumescência das águas marítimas, e dos rios (p.254); o vapor da terra denso e escuro (p.255); o calor imoderado a respeito da Estação (p.256); o frio extraordinário fora da Estação própria (p.257); aparecer o Sol, ou a Lua caliginosos (p.257); o balão ou círculo que se forma à roda do Sol, ou da Lua (p.258); uma nuvem em forma de coluna ígnea (p.258); uma nuvem a modo de fita muito comprida, e direita (p.258); uma exalação subtil e venenosa, que causa epidemias (p.259); um pavor repentino nos animais (p.259); ventos impetuosos, e continuados (p.259).

A utilidade do conhecimento dos terremotos, como defendia no prólogo da obra (ver capítulo 1), tornava-se agora evidente. A ocorrência do GTL poderia ter sido por si prevista, se tivesse feito “maior reflexão” (Mendonça, 1758: 251), acreditava o autor da *História Universal dos Terramotos*, uma vez que experimentara, antes do primeiro de novembro, alguns destes sinais precursores (os mesmos que foram já referidos para

justificar a proximidade a Lisboa da primeira “fermentação”, ou seja, da origem do sismo).

Quanto às causas dos sinais precursores, elas encontram-se na própria origem do acontecimento sísmico:

“(…) parece-me, que deixo bem estabelecido o meu Sistema da causa dos Terremotos nas fermentações, das quais procede o fogo, e deste a rarefação do ar, e água, que causa tão prodigiosos efeitos. Fazem também muito provável este Sistema a exposição das causas dos sinais dos Terremotos [...] pois quase todos indicam serem efeito de fermentações na terra” (Mendonça, 1758: 229).

Quase todos os sinais dos terremotos teriam então origem nas fermentações na terra, de um modo geral como consequência dos vapores libertados.

A preocupação de Moreira de Mendonça com os sinais, que se nota desde logo na descrição que fez dos terremotos e na própria descrição dos efeitos do GTL, nas duas primeiras partes da *História Universal dos Terramotos*, revela que a sua motivação poderá ter sido não apenas a explicação das causas e dos efeitos dos terremotos, mas também a possibilidade de previsão dos terremotos, ou seja, procurando que o estudo tivesse um carácter utilitário.

Por esta atitude que encontramos na *História Universal dos Terramotos* sobre como tornar o fenómeno sísmico previsível, não partilhamos da opinião de Kendrick (1956) que considerou a dissertação de Moreira de Mendonça alinhada com a conceção, comum na época, que atribuía aos pecados de Lisboa as causas (primeiras) do GTL, suportando esta opinião no facto de sobre o assunto o autor nada dizer. A explicação que encontramos para tal omissão na *História Universal dos Terramotos* foi precisamente evitar uma inútil e provável incompatibilidade com o Santo Ofício e com a conceção vigente.

Podemos concluir que as explicações sobre o fenómeno sísmico apresentadas na terceira parte da obra de Moreira de Mendonça são inspiradas na ideia das matérias inflamáveis no interior da Terra e do fogo subterrâneo, como defendido por outros filósofos naturais da época. Não sendo inovadora, a dissertação de Moreira de Mendonça é, porém, notável, tendo em atenção que foi uma testemunha direta do acontecimento sísmico e não deixou de o encarar como um fenómeno natural, bem

como pela sistematização das explicações disponíveis na época, quer de autores nacionais quer de autores estrangeiros, e ainda pela abordagem racional que teve na análise de cada uma delas. São dimensões de uma atitude que podemos classificar de científica, a juntar à sistematização do registo das observações que ele próprio fez das réplicas do GTL, a partir de determinado momento, como assinalámos no capítulo 1, e à tentativa de tornar o fenómeno sísmico previsível.

4.1.2-A interpretação de Pereira de Sousa (1919, 1928, 1932)

Cerca de 150 anos depois de Moreira de Mendonça apresentar a *História Universal dos Terramotos*, Pereira de Sousa apresentou os primeiros estudos dedicados ao GTL, os quais conduziram a uma obra de referência intitulada *O Terramoto do 1º de novembro de 1755 em Portugal e Um estudo Demográfico* (ortografia atual), com quatro volumes publicados entre 1919 e 1932. Na época, a interpretação sobre a origem dos sismos já era baseada na tectónica, uma explicação que este engenheiro militar que integrou os serviços geológicos nacionais adotou. Porém, pela utilidade para as populações⁷, o seu interesse estava mais centrado em torno dos efeitos do GTL. Apresentamos agora os resultados deste estudo não coevo.

Foi precisamente com informação sobre os efeitos do sismo em vários locais que Pereira de Sousa procurou determinar o epicentro do GTL:

“Atendendo [...] às grandes ruínas que este terramoto fez em Sevilha, onde morreram várias pessoas, em Huelva, Cadiz, Porto de Santa Maria, Xerez, Algeciras, Ayamonte, Alicante, Cordova, Gibraltar [...] e no norte de África em Mequinez, Fez, Marrocos, Salé [...], assim como nas atuais possessões espanholas, como em Melilla [...], ao passo que nos Açores foi apenas sentido o terramoto, sem que houvesse ruína, sou levado a concluir que o epicentro ou região epicentral, em lugar de se achar a S.O. de Lisboa, fica mais próxima do sul, talvez a S.S.O.” (Sousa, 1909: 292-293).

Pereira de Sousa contesta assim que o epicentro ou região epicentral fique para S.O. de Lisboa, opinião de Woerle⁸ com base na curva isosísmica de maior intensidade traçada por Paul Choffat, que também se interessara por definir a área de maior intensidade do GTL, e também este já discordara da forma da região epicentral com orientação N-S proposta por Woerle (Choffat, 1902). Esta referência à curva isossísmica traçada por

Paul Choffat é relativa a uma comunicação dos Serviços Geológicos de 1904, que inclui uma carta com o traçado da curva isossísmica de maior intensidade do sismo de 1755 (traçada com base em informação obtida em “generalidades” extraídas de autores da época, entre eles Moreira de Mendonça⁹) e que permite concluir que se estendia na direção do oceano, tal como as dos outros sismos que então examinava, mas neste caso abrangendo uma área mais extensa (Choffat, 1904).

Paul Choffat distinguira três zonas concêntricas de intensidades relacionadas com o GTL, uma de intensidade máxima “começando entre Lisboa e Alcobaça, compreendendo Alcácer do Sal mas deixando de fora Beja e Tavira”; outra limitada por uma linha passando por Coimbra, incluindo todo o Alentejo, assim como parte da Andaluzia, onde os estragos corresponderam aos graus IX e VIII; fora desta linha, os efeitos foram muito menores, como por exemplo em Salamanca ou Madrid (Choffat, 1904: 296), tendo utilizado a escala Rossi-Forel¹⁰.

Uma vez que o sismo parecia ter partido da depressão em oval compreendida entre o sul da Península Ibérica e o continente africano, Pereira de Sousa designava esta região epicentral por “afundimento em oval lusitano-hispano-marroquino” (Sousa, 1914a: 1). Também ele recorre ao traçado de isossistas, revelando uma disposição que confirmava a conclusão a que já tinha chegado¹¹. Mas como lhe foi possível traçar as isossistas, explicou:

“O Marquês de Pombal mandou fazer, imediatamente após a horrível catástrofe do terramoto de 1 de novembro de 1755, um inquérito a todas as paróquias do país, para estudar a distribuição da intensidade. A ideia de realizar uma investigação similar à de uma época posterior é evidência de uma grande intuição científica. Tive a sorte de encontrar esse documento no Arquivo Nacional, em Lisboa, o qual me ajudou a desenhar as isossistas do terramoto, a estudar a sua propagação e a estabelecer a ligação com a tectónica do país” (Sousa, 1914a: 1).

Um traçado baseado em mais informação e não apenas em “generalidades”, como a curva isossísmica de Paul Choffat. A informação sobre a utilização do inquérito mandado realizar pelo Marquês de Pombal faz parte de uma intervenção incluída nas *Comptes Rendus* das sessões da Academia de Ciências de Paris, na qual Pereira de Sousa descreveu a intensidade do GTL em várias zonas geológicas do país, utilizando

para isso uma escala mais recente, a de Mercalli (1909), que pode ser consultada no apêndice E. Quando iniciou a publicação de *O Terramoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo Demográfico*, Sousa (1919) alertou para o facto de ao aplicar a escala ter considerado “sobretudo os efeitos sobre os edifícios” (Sousa, 1919: 9) e de pouca importância ter dado ao número de mortos.

Em 1915, Pereira de Sousa começara a publicar na *Revista de Obras Públicas e Minas* um estudo sobre o GTL, “acompanhado dum estudo demográfico e sobre rochas de construção” (Sousa, 1919: 5), tratando separadamente os vários distritos do país, mas como o “desenvolvimento” que o autor pretendia dar ao assunto era incompatível com as características de uma publicação periódica mensal, os Serviços Geológicos vão publicar este estudo de Pereira de Sousa na forma de memória em quatro volumes (ver capítulo 1). Carneiro e Mota (2005) consideram que os sismos de 1903 e 1909 terão constituído a motivação inicial para a investigação de Pereira de Sousa, mas que agora o tema do terramoto de 1755 tornara-se “bastante conveniente”, uma vez que “os Serviços Geológicos não dispunham de material e recursos humanos para desenvolver trabalho de campo e produzir mapas geológicos com regularidade” (Carneiro e Mota, 2005: 135).

O primeiro volume da memória do terramoto do primeiro de novembro de 1755 em Portugal foi uma “reprodução aumentada” do que já fora publicado na *Revista de Obras Públicas e Minas* (distritos de Faro, Beja e Évora), mas “sem a parte relativa aos materiais de construção” (Sousa, 1919: 5). Neste primeiro volume, Pereira de Sousa, então tenente-coronel e primeiro assistente na Universidade de Lisboa, revelou pretender estudar o “megasismo de 1755” usando o já referido questionário, enviado por ordem do Marquês de Pombal, depois do terramoto de 1755, aos diferentes párocos do país, mas lamentava não ter conseguido localizar as respostas a esse questionário para o Algarve (e outros distritos como, por exemplo, Beja). Por isso, os documentos que realmente utilizou sobre os efeitos do sismo no Algarve foram as memórias paroquiais, que lhe deram as “melhores indicações” (Sousa, 1919: 7).

As memórias paroquiais resultaram de um dicionário geográfico começado a publicar em 1747, sob coordenação do Padre Luís Cardoso, da Congregação do Oratório e membro da Academia Real de História Portuguesa, tendo por base um “interrogatório”, aos párocos, sobre as terras, as serras e os rios. Foram publicados dois primeiros volumes mas o terramoto de 1755 destruiu o restante material. Seguiu-se novo interrogatório, com algumas novas questões, entre elas a número 21: “Quanto

dista da cidade capital do bispado e quanto de Lisboa, capital do reino?” e a número 26: “Se padeceu alguma ruína no terramoto de 1755 e em quê: e se está já reparada” (Sousa, 1919: 8). São as respostas a este “interrogatório”, a maior parte em 1758 e recolhidas na biblioteca das Necessidades [frequentada por Moreira de Mendonça (ver capítulo 1)], tendo mais tarde passado para a Torre do Tombo, que Pereira de Sousa vai usar no estudo do terramoto e no estudo demográfico.

Pereira de Sousa (1919: 10) esclareceu ainda que foi “obrigado” a um estudo demográfico, comparando a população em 1758 e a atual, para “poder avaliar a importância das diferentes povoações e assim melhor determinar o seu grau de intensidade sísmica no terramoto de 1755” (Sousa, 1919: 10). Nas conclusões do primeiro volume e referindo-se às populações dos distritos de Faro, Beja e Évora, Pereira de Sousa reconheceu a influência de outros fatores, mas não deixou de relacionar a variação da população com a constituição geológica/natureza do solo agrícola, concluindo por uma maior progressão da população nas “freguesias constituídas total ou principalmente de terrenos quaternários e terciários” (Sousa, 1919: 269). À mesma conclusão chegou para os distritos de Santarém, Portalegre e Lisboa (Sousa, 1928).

O volume III foi inteiramente dedicado ao distrito de Lisboa, incluindo o estudo dos efeitos do sismo e o também já referido estudo demográfico, para além de um catálogo dos principais sismos, anteriores e posteriores ao GTL (já analisado no capítulo 1). Pereira de Sousa organizou o volume registando os efeitos do sismo, por concelho e pelas respetivas freguesias, de Lisboa e arredores, destacando as que sofreram apenas ruína, aquelas que também foram alvo do incêndio e aquelas cujas igrejas paroquiais, da cidade de Lisboa, menos sofreram com o terramoto. A propósito dos efeitos do sismo, Pereira de Sousa já havia adiantado que as construções assentes sobre areias e aluviões foram as que apresentaram mais danos, pelo que recomendava “fazer sondagens antes de começar a construção de qualquer edifício” (Sousa, 1909: 486) para estudar o solo. Pereira de Sousa realçou a importância de estudar o comportamento, em relação aos tremores de terra, das diferentes partes de uma cidade, considerando que este tipo de estudo estaria pensado para o Sul da Itália e que estaria por fazer em Lisboa. O exemplo japonês, cujos trabalhos na área da sismologia eram “principalmente” orientados para os efeitos dos tremores de terra e, provavelmente, os acontecimentos sísmicos coevos como os de Messina e Benavente, terão contribuído para Pereira de Sousa decidir estudar os estragos causados pelo terramoto de 1755, recaindo a escolha neste

acontecimento porque nas narrações existentes era “o mais importante” e por serem “muito resumidas” as narrações dos sismos anteriores (Sousa, 1909: 302).

É também de salientar que Pereira de Sousa já observara que “a parte da cidade ao ocidente do vale de S. Bento resistiu muito mais do que a parte oriental” (Sousa, 1904: 19) e atribuíra este facto, que considerou “curioso”, à natureza do subsolo. Para estudar então os efeitos do GTL sobre as principais construções de Lisboa e determinar a natureza do terreno em que assentavam, Pereira de Sousa recorreu a “plantas antigas de Lisboa, da Direção dos trabalhos geodésicos” e a “fragmentos da planta de Lisboa, antes do terramoto” (Sousa, 1909: 305). Estas plantas serviram de base para a elaboração de umas estampas onde Pereira de Sousa assinalou com uma cor diferente cada intensidade de estragos provocados pelo GTL. Depois passou ao estudo da natureza do terreno onde se encontravam as construções, o que lhe permitiu reconhecer a relação entre a resistência “ao esmagamento do solo” e a resistência dos edifícios “à ação destruidora dos abalos sísmicos” (Sousa, 1909: 486). A mesma metodologia foi utilizada por Pereira de Sousa na memória dos serviços geológicos, apresentando o volume III, em anexo, as referidas plantas de Lisboa anteriores ao terramoto (três no total), uma carta geológica do distrito de Lisboa com a distribuição de intensidades do GTL, outra só para a cidade de Lisboa, uma terceira carta geológica da parte central de Lisboa (sem as intensidades), uma quarta também da parte central de Lisboa, com as intensidades mas sem a distribuição litológica (ver figura 4.1). Pereira de Sousa volta a concluir que a dureza do solo tem influência na resistência dos edifícios aos abalos, realçando serem “as condições tectónicas que mais influem no grau de intensidade sísmica” (Sousa, 1928: 861), uma vez que para um mesmo tipo de terreno se observam intensidades sísmicas diferentes. Pereira de Sousa estabeleceu estas relações a partir de um quadro resumo dos efeitos do “megassismo” no distrito de Lisboa, que tinha em conta os terrenos em que assentavam os concelhos e freguesias e a respetiva intensidade, segundo a escala de Mercalli de 1909 (apêndice E).

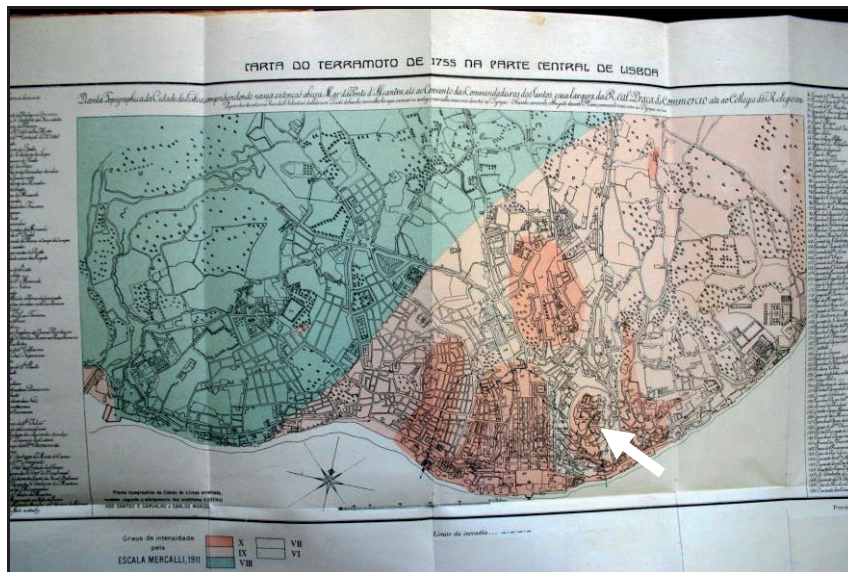


Figura 4.1 – Carta de isossistas relativa ao terramoto de 1755 para a parte central de Lisboa. A seta (acrescentada) assinala a localização do castelo. Extraído de Sousa (1928).

Um outro capítulo do volume III foi reservado especificamente para o maremoto, os efeitos luminosos e os efeitos geológicos (como as fendas e a modificação das nascentes). Já no volume I, com base em descrições dos efeitos do maremoto em diferentes locais, Pereira de Sousa concluiu da extensão do GTL, mas no volume III destacou que dois portos do mar onde os efeitos do maremoto foram “muito notáveis” (Sousa, 1928: 846) foram nas cidades de Lisboa e Setúbal. Ainda sobre os efeitos do maremoto, lamentava não ter obtido esclarecimentos suficientes e que Moreira de Mendonça se tivesse referido ao maremoto em Lisboa sem indicar o tempo que mediou entre o terramoto e o maremoto. Mas com base no maior período de tempo que mediou entre o terramoto e o maremoto para concelhos vizinhos de Lisboa, relativamente aos do Algarve, Pereira de Sousa concluiu que o maremoto veio do sul e não do sudoeste, situação que terá evitado que os efeitos fossem ainda maiores para Lisboa (Sousa, 1928).

Na sequência de uma pesquisa anterior, Pereira de Sousa considerara dignas de registo as narrações de fenómenos luminosos no decurso do megassismo ocorrido no Algarve oriental (27 de dezembro de 1722) e daquele ocorrido na Madeira (1 de abril de 1748). Apesar de na época serem considerados “duvidosos”, Pereira de Sousa colocou a

hipótese de “emanações radioativas” do solo para os explicar (Sousa, 1916: 3). Nas memórias dos serviços geológicos, Pereira de Sousa retomou este assunto (no volume I, p.111 e no volume III, p.849) e, referindo-se a um fenómeno luminoso observado em Colares, na sequência do GTL, lembrou que ao admitir-se o fogo subterrâneo como causa dos sismos tal poderia influenciar as observações, tanto mais que de dia seria difícil reconhecer algum tipo de fenómeno luminoso (como um clarão). Pereira de Sousa citou longamente Moreira de Mendonça, que atribuía a causa dos terremotos à fermentação das substâncias inflamáveis e consequente explosão, para demonstrar que o autor da *História Universal dos Terramotos* “em tudo viu argumentos a favor da sua teoria”, a qual “está hoje completamente de parte” (Sousa, 1928: 851), considerando naturalmente a explicação de natureza tectónica à época.

No entanto, com a teoria tectónica sobre a origem dos sismos, Pereira de Sousa acusa alguns sismólogos de quererem ignorar as antigas teorias¹², duvidando dos fenómenos que as sustentam. O próprio Pereira de Sousa confessava que “ao princípio também duvidei” (Sousa, 1929: 98), mas o terremoto de Évora de 28 de fevereiro de 1926 “acabou completamente de convencer-me sobre a existência dos efeitos luminosos” (Sousa, 1929: 99). Pereira de Sousa explica estes efeitos com base na ideia da radioatividade, acrescentando que os fenómenos eram “principalmente” observados em regiões onde havia granito, rocha que “dá origem aos terrenos mais radioativos” (Sousa, 1929: 106). Quanto a efeitos observados antes do abalo principal, incluindo a diferença na água de poços e chafarizes, Pereira de Sousa atribui a causa a “microssismos premonitórios” (Sousa, 1929: 106-107).

O trabalho de Pereira de Sousa sobre o GTL reflete uma visão moderna da sismologia, que encontra as causas dos sismos na tectónica e os efeitos na propagação de ondas através das rochas que constituem o subsolo. À semelhança do que foi feito após o terremoto de S. Francisco (capítulo 3), também Pereira de Sousa relacionou o tipo de rocha com a distribuição da intensidade sísmica. De referir que a informação necessária para determinar a intensidade sísmica foi obtida aproveitando os dados registados nos questionários do Marquês de Pombal e nas memórias paroquiais. Pereira de Sousa conseguiu assim desenvolver um estudo de sismicidade histórica, do primeiro acontecimento sísmico onde houve aplicação intencional de um questionário para levantamento dos danos, segundo uma abordagem de quantificação dos efeitos.

4.2-O TB: a compreensão do acontecimento sísmico pela medição dos efeitos e através da interpretação de um sismograma

No dia 23 de abril de 1909, passava pouco das 17 horas, a terra voltava a tremer em Portugal. Agora os efeitos catastróficos fizeram-se sentir em povoações como Samora Correia, Benavente, Santo Estevão e Salvaterra de Magos, todas relativamente próximas de Lisboa. Os mesmos jornalistas da revista *Ilustração Portuguesa*¹³ que descreveram o cenário de destruição que se seguiu a este terramoto (ver capítulo 2) acusaram a falta de aparelhos registadores nos observatórios portugueses. No entanto, o sismo fora registado pelo sismógrafo existente em Coimbra e também por outras estações europeias¹⁴. Para o estudo do terramoto de Benavente (TB) havia assim informação disponível a partir de observações instrumentais. São os efeitos técnico-científicos do TB que analisaremos de modo mais detalhado, com destaque para os estudos de Paul Choffat/Alfredo Bensaúde e de Ferreira Diniz (estudos coevos, informação sobre estudos não coevos disponível no apêndice G).

Numa conferência realizada dois meses antes do TB, Choffat (1910) admitia, quanto às causas dos sismos, três categorias de tremores de terra: por derrocada, vulcânicos e tectónicos. Os primeiros eram raros, os segundos eram provenientes de explosões que, por vezes, acompanhavam as erupções, e os terceiros eram os mais comuns. E sobre a origem dos tremores de terra, adiantava:

“Estas zonas pregueadas expõem as montanhas mais recentes; o movimento que as formou continua a acontecer atualmente, de um modo impercetível, é verdade, mas como vos disse há pouco, em massas tão consideráveis, um desnível de alguns milímetros basta para provocar violentas deslocações à superfície do solo” (Choffat, 1910: 26 e 27).

Foi de acordo com esta explicação, que era comum na época, que o terramoto ocorrido pouco tempo depois e que provocou danos significativos na zona do Ribatejo, foi interpretado¹⁵. E o próprio Paul Choffat viria a integrar uma comissão encarregue pelas autoridades nacionais para estudar os efeitos do TB (capítulo 5). O correspondente relatório deste estudo, elaborado por Paul Choffat e Alfredo Bensaúde, foi autorizado pelo Ministro do Fomento para publicação, como *Memória* da Comissão do Serviço Geológico, por despacho de 3 de dezembro de 1910. Este relatório seria publicado em

francês (língua adotada pela Associação Internacional de Sismologia) e com tradução em português (Choffat e Bensaúde, 1912). Quanto a Pereira de Sousa que, como sabemos, já se destacava na época pelo interesse nos efeitos do GTL, só viria a integrar os serviços geológicos nacionais no ano seguinte, o que poderá explicar não ter integrado a comissão que foi superiormente encarregue de estudar o TB. Apesar de prevista uma equipa multidisciplinar, por circunstâncias que se descrevem no capítulo 5, essa tarefa acabou por recair em dois geólogos, Paul Choffat (1849-1919) e Alfredo Bensaúde (1856-1941)¹⁶.

À data do TB, situava-se no Observatório Magnético-Meteorológico da Universidade de Coimbra¹⁷ o único sismógrafo do país que “funciona regularmente” (*Apêndice ao Diário do Governo*, nº495 – 1909: 451). Este sismógrafo foi adquirido e depois instalado com empenho pessoal do próprio diretor do Observatório, começando a funcionar em 1903 (Custódio, Battló, Martins, Antunes, Narciso, Carvalho, Lima, Lopes, Ribeiro, Sleeman, Alves e Gomes, 2012). Como o abalo foi sentido com bastante intensidade em toda a Península Ibérica, também o Observatório do Ebro em Tortosa obteve um sismograma. Sobre este registo, o diretor do Observatório do Ebro escreveu algumas notas das quais se destacam as oscilações muito amplas que foram interpretadas como manifestações de um abalo que abrangeu uma extensa região (Cabral, 1909b).

Este sismo com vítimas e danos significativos constituiu não só a oportunidade para que surgisse um estudo superiormente promovido, com enquadramento na tectónica, como a existência de um sismograma obtido em Coimbra permitiu que, pela primeira vez, fosse efetuado um estudo com base em registos instrumentais obtidos em território nacional¹⁸. O referido relatório elaborado por elementos dos serviços geológicos e o estudo de iniciativa individual com base no sismograma de Coimbra serão analisados de seguida¹⁹.

4.2.1-A interpretação de Choffat e Bensaúde (1912)

O relatório (versão portuguesa) do estudo oficial sobre os efeitos do TB só foi publicado em 1912, como memória dos serviços geológicos, com a designação de “Estudos sobre o sismo do Ribatejo de 23 de abril de 1909” (Choffat e Bensaúde, 1912). Os vogais da comissão nomeada, Paul Choffat (1849-1919) e Alfredo Bensaúde (1856-1941), assinavam o relatório. A primeira parte do relatório tinha informações e considerações preliminares, e era da responsabilidade de Paul Choffat. A segunda, sobre

o terramoto de 23 de abril de 1909, incluía observações diretas, da responsabilidade de Alfredo Bensaúde e o exame dos efeitos do sismo por regiões naturais, por Paul Choffat. A terceira e última parte, dedicada às réplicas, ficou a cargo de Alfredo Bensaúde. As três partes do relatório são apresentadas seguidamente.

O estudo do abalo de terra no Ribatejo teve por base um questionário distribuído a seguir ao terramoto, relativo a efeitos observados. As respostas aos questionários foram contraditórias, o que levou Choffat a declarar, ainda antes da publicação do relatório, que os dados sobre o sismo de 23 de abril não permitiam fazer uma síntese rigorosa e ser difícil tirar conclusões sobre a hora, a duração e a direção dos abalos. Quanto à área onde o sismo fora sentido (extensão do macrossismo), ela podia ser aproximadamente definida como limitada pelo oceano e pelas localidades: Santiago, Madrid, Jódar e Sagres, uma superfície equivalente a 215 mil quilómetros quadrados (Choffat, 1912).

O questionário foi apresentado na primeira parte do relatório, tendo Paul Choffat indicado que o mesmo fora elaborado com base no utilizado pela comissão sismológica suíça. Para além de questões sobre o observador, a hora a que a observação foi efetuada, o local e a natureza do solo do local onde se encontrava, incluía questões (ver apêndice C) sobre os elementos caracterizadores do tremor de terra, sobre os ruídos que acompanhavam os abalos e sobre os efeitos do tremor de terra, na mobília, nas edificações e outros (Choffat e Bensaúde, 1912). Por demora na impressão do questionário, as respostas não terão sido dadas na “impressão do primeiro momento”, situação que “fez perder uma grande parte do seu valor” (Choffat e Bensaúde, 1912: 8).

Foram distribuídos 240 exemplares em Lisboa e 897 nas províncias, por correio. A percentagem de questionários respondidos e devolvidos foi de 58% nas províncias e de 25% em Lisboa (Choffat, 1912). Em relação às províncias, Choffat apresentou um quadro da distribuição por distrito e outro por profissões (dos respondentes). Choffat destacou as 91 respostas dadas pelos telegrafistas dos distritos de Lisboa e de Santarém. A falta de informação relativa a localidades para as quais não se obteve resposta aos questionários foi compensada, até determinado ponto, pelos comunicados enviados pelos correspondentes dos jornais. Choffat lamentou, porém, a falta de rigor na informação veiculada em muitas notícias dos jornais (Choffat e Bensaúde, 1912).

Ainda na primeira parte do relatório, Choffat descreveu as escalas de intensidade “mais em voga” (Choffat e Bensaúde, 1912: 13). Para além das escalas Rossi-Forel (1883) e de Mercalli (1897), Choffat considerava a escala de Cancani (1903), a qual tinha a vantagem de aumentar o número de graus superiores e de estabelecer uma

relação entre a intensidade absoluta, dada pela aceleração em milímetros por segundo, e a intensidade empírica, dada pelos efeitos classificados pelas escalas anteriores (Choffat e Bensaúde, 1912). Os graus I a VIII de Cancani correspondiam “exatamente” (Choffat, 1912: 13) em relação à escala de Mercalli, o grau IX era um pouco mais fraco, mas os três graus seguintes permitiam a classificação dos sismos de grande intensidade. Choffat optou por apresentar no relatório um quadro organizado segundo Montessus de Ballore, que apresentamos no apêndice E, mostrando “as concordâncias das três escalas mais empregadas” (Choffat e Bensaúde, 1912: 13).

A aplicação de escalas empíricas mostrava que as características “não se apresentam sempre pela mesma ordem de sucessão” (Choffat e Bensaúde, 1912: 15), sendo necessária “uma apreciação geral do conjunto dos caracteres”. A dificuldade de interpretação era ainda acrescida pelo facto de as construções não serem todas análogas, nem no mesmo país, nem na mesma cidade, situação que motivou Alfredo Bensaúde a elaborar uma escala baseada nas condições do país, em que as habitações “são menos bem construídas” e “a emoção é maior” (Choffat e Bensaúde, 1912: 15). Porém, Choffat decide adotar a escala de Mercalli “para não aumentar a confusão” (Choffat e Bensaúde, 1912: 15) e aplicar o índice X às localidades de Benavente, Samora e Santo Estevão, ficando reservados os índices XI e XII introduzidos por Cancani “para classificar os sismos incontestavelmente mais intensos de Messina, Lisboa 1755, etc” (Choffat e Bensaúde, 1912: 13).

A escala de Cancani foi, no entanto, o instrumento a que Egas de Castro (1909) recorreu para resolver a questão da profundidade a que se produziu o tremor de terra de 1909. Lamentando que a Comissão de Estudos Sísmicos não tivesse podido fornecer o material adequado para a questão que se propusera resolver, recorreu ao auxílio da imprensa e conseguiu reunir a informação necessária para, aplicando o método Kövesligethy-Janosi, determinar uma profundidade do foco do sismo de 7,5 km (Castro, 1909). Este estudo consta na lista de brochuras publicadas após o sismo que o relatório de Choffat e Bensaúde (1912) apresenta.

Ainda relativamente às escalas, o relatório de Choffat e Bensaúde (1912) integra considerações sobre os elementos examinados, que foram: a duração do sismo, as habitações, as chaminés, os andares, as fendas nos estuques, o rangido dos madeiramentos, o número de edificações e avaliação dos estragos, os sinos das igrejas, o estado de espírito das populações, os ruídos subterrâneos e o número de vítimas. As

considerações produzidas vão no sentido de que as observações empíricas originam “dados muito incertos” (Choffat e Bensaúde, 1912: 20).

A primeira parte do relatório, que terá sido escrita em junho de 1910, terminava com uma descrição geral da tectónica de Portugal, concluindo Choffat que o sismo de 23 de abril “fez-se sentir na antiga bacia terciária do Tejo e na borda mesozoica situada ao norte deste rio” (Choffat e Bensaúde, 1912: 21). Esta conclusão serviu para Choffat anunciar o exame dos efeitos do sismo por regiões naturais, tendo em conta a geologia de cada uma dessas regiões. Este exame ocupou cerca de um terço das páginas do relatório (141) e consta na segunda parte do relatório (Choffat e Bensaúde, 1912).

Após o referido exame do sismo por regiões naturais, Paul Choffat elaborou um resumo e fez deduções e observações diversas sobre efeitos diversos, natureza dos choques, ruídos sísmicos, direção dos abalos e dos estragos, aparência de movimentos giratórios, extensão do macrossismo, intensidade e influência da natureza do solo e das suas deslocações. Este último conjunto de deduções e observações levou Choffat a formular a hipótese da região epicentral se encontrar “um pouco a oeste” do cruzamento de duas linhas tectónicas, uma que passa “um pouco a oeste de Coruche” e que corresponde ao “limite subterrâneo entre o Paleozóico e o Mesozóico” e outra “dirigida de leste para oeste” que corresponde ao limite sul “da parte superior da bacia terciária do Tejo” (Choffat e Bensaúde, 1912: 100). A razão pela qual esta região sofreu “comparativamente pouco em 1755” foi porque nessa ocasião a região epicentral estava “mais para oeste” (Choffat e Bensaúde, 1912: 100).

Nesta segunda parte do relatório, Choffat apresentou ainda duas páginas e meia dedicadas à sismicidade de Portugal, seguidas de duas cartas de distribuição sísmica, uma com a distribuição dos macrossismos de 1910 e de 2 de fevereiro de 1911, e outra com a distribuição dos principais sismos de 1755 a junho de 1911. As respostas à questão número dez do questionário, relativa a sismos anteriores ao TB e à sua intensidade, foram raras e sem citar datas. Uma vez que só havia informação disponível sobre as localidades mais importantes, referiu não haver documentos suficientes para redigir a carta da sismicidade do país. Assim, por prudência, limitou-se a concluir algumas generalidades, destacando a ideia de que a região do país de mais forte intensidade situava-se “entre os paralelos das ilhas Berlengas e do Cabo de Sines” (Choffat e Bensaúde, 1912: 103).

A segunda parte do relatório incluiu ainda vinte e três páginas dedicadas a observações diversas, cinco das quais constituem uma lista das 224 réplicas do TB

sentidas no vale do Tejo, organizada por data e horas (a última réplica que consta na lista ocorreu em 5 de fevereiro de 1910, pelas 4 horas) e tendo em conta a alteração barométrica ocorrida a cada intervalo de duas horas que inclui o momento em que ocorreu cada réplica. As descidas e subidas barométricas registadas não permitiram estabelecer uma tendência coincidente com a tendência de descida barométrica que acompanhou o sismo de 23 de abril.

Em relação aos abalos premonitórios, Alfredo Bensaúde considerava que o número conhecido era inferior ao que acontecera e que esse conhecimento tinha sido obtido “quase exclusivamente” (Choffat e Bensaúde, 1912: 23) através dos jornais, dos quais destacamos o *Diário de Notícias* pelas referências incluídas no relatório. Do conjunto de observações conclui que “pelo menos seis meses antes do terramoto de 23 de abril, se deu em Portugal como que um acordar da atividade sísmica principalmente ao norte do Douro e ao sul do Tejo” (Choffat e Bensaúde, 1912: 24).

Quanto às observações sobre o estado da atmosfera a 23 de abril de 1909, Bensaúde recorreu às folhas e registos automáticos dos Observatórios do Infante D. Luiz, em Lisboa, e da Universidade de Coimbra, concluindo que nenhuma mudança súbita ocorrera, contrariando assim algumas informações resultantes de observações sem recurso a instrumentos. Mas atendendo ao elevado número destas informações, Bensaúde procurou explicá-las, quer pela ausência de postos meteorológicos nos locais onde as observações foram efetuadas, quer por confusão com outros efeitos do terramoto. Bensaúde vai também ter em conta os testemunhos relativos a fenómenos luminosos, concluindo não existir razão para colocar em dúvida a sua existência (Choffat e Bensaúde, 1912).

Para a determinação da hora e duração do choque principal, Bensaúde manifestou-se surpreendido pelas “grandes diferenças” (Choffat e Bensaúde, 1912: 34) registadas nas estações dos caminhos de ferro e dos telégrafos. Assim, a hora a que o pêndulo de Milne, no Observatório Meteorológico de Coimbra, começou a registar as grandes ondas, serviu de referência para Bensaúde determinar a hora de Lisboa quando se notaram as grandes ondas em Benavente: 5^h 4^m 32^s,7. Quanto à duração do sismo, Bensaúde referiu que os jornais e os questionários forneceram apenas “avaliações aproximativas”, apresentando uma lista da duração do sismo em diferentes localidades do país, com base nas informações fornecidas pelos correspondentes (Choffat e Bensaúde, 1912: 36).

As informações sobre observações no mar foram obtidas através dos questionários, dos jornais e de inquérito pessoal (realizado no próprio local). No relatório, essas observações são interpretadas como repercussão de um sismo com origem em terra:

“O facto de se ter notado o sismo nos cais da Figueira da Foz, da Foz do Douro e de Viana do Castelo, sem que ele fosse presentido a bordo dos navios ancorados nesses portos, é uma prova direta de ter sido essencialmente terrestre o sismo de 23 de abril” (Choffat e Bensaúde, 1912: 39).

O estudo dos efeitos do tremor de terra em Lisboa também ficou a cargo de Alfredo Bensaúde, que lamentava que a maioria das pessoas não respondesse ou tivesse preenchido os questionários distribuídos em todos os bairros de Lisboa “à pressa e de um modo incompleto”. Mesmo com as notícias dos jornais e dados recolhidos verbalmente de vários observadores, esta situação implicava, segundo Bensaúde, uma base “deficiente” para o estudo do fenómeno sísmico em Lisboa (Choffat e Bensaúde, 1912: 39). Esta limitação não impediu que este estudo ocupasse três páginas e meia do relatório e concluir que a intensidade variara entre III e VI-VII da escala Rossi-Forel [Choffat adotou a escala de Mercalli], tendo sido mais danificado o bairro mais antigo situado a Este. No que diz respeito à natureza do solo, a parte da cidade construída sobre aluviões e aterros não sofreu mais do que outras partes da cidade assentes noutros tipos de terreno (Choffat e Bensaúde, 1912).

A ação do sismo sobre os animais também foi objeto de estudo por Bensaúde na segunda parte do relatório. A partir de alguns factos que descreveu, conclui que os mesmos animais manifestaram sensibilidades diferentes, explicando tal diferença por estarem em locais sujeitos a intensidades diferentes. Conclui ainda que as aves manifestaram de forma muito clara o presentimento, pela agitação e que os mamíferos mais pequenos, como cães e gatos, foram mais nítidos no presentimento do que os grandes, como vacas e cavalos. Bensaúde supôs que as crianças sentiram mais nitidamente o tremor de terra do que as pessoas adultas, embora reconhecesse não possuir observações suficientes para garantir esta suposição (Choffat e Bensaúde, 1912).

A terceira e última parte, também a cargo de Alfredo Bensaúde, abrangeu vinte e seis páginas, sendo vinte e duas ocupadas por dois quadros com a lista dos abalos

ocorridos após o principal, um organizado por regiões e outro por datas. Esta lista de réplicas foi elaborada principalmente com base em dados dos jornais e em informações extraídas dos questionários. Também há duas cartas no início desta terceira parte, uma sobre a distribuição geográfica das réplicas que se seguiram ao sismo de 23 de abril e outra de distribuição de intensidades relativa à réplica de 2 de agosto de 1909. À medida que o tempo ia passando, os jornais deixaram de mencionar os abalos sem consequências, pelo que Bensaúde referiu que a lista de réplicas seria mais extensa caso os correspondentes dos jornais dessem notícia de todos os abalos (Choffat e Bensaúde, 1912).

Podemos concluir que a abordagem seguida por Paul Choffat e Alfredo Bensaúde privilegiou a metodologia por questionário, uma versão adaptada do utilizado pela comissão sismológica suíça, para obtenção de informação junto dos cidadãos sobre a distribuição dos efeitos do TB, representados no final do estudo na forma de duas cartas coloridas de isossistas (uma mostrando uma área mais central, que corresponde à figura 4.2 e outra à escala da Península Ibérica). Os resultados da sua aplicação foram complementados com informação obtida nos jornais. Pelas características que apresentou o estudo descrito no relatório produzido por estes dois geólogos, e mesmo sem estar suportado em observações resultantes de instrumentação sismográfica (exceto na determinação da hora a que ocorreu o sismo), pode considerar-se que seguiu uma abordagem mais quantitativa dos efeitos. A informação sobre a distribuição dos efeitos do sismo foi cruzada com informação sobre a natureza geológica das diferentes regiões do país, tendo como enquadramento concetual a tectónica.

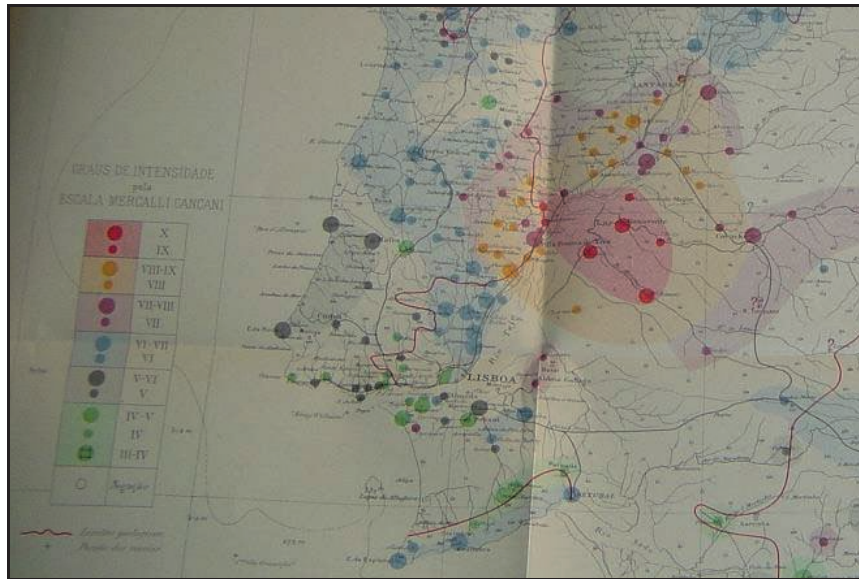


Figura 4.2 - Carta colorida de isossistas relativa ao TB. Extraído de Choffat e Bensaúde (1912).

4.2.2-A interpretação de Ferreira Diniz (1911)

Na lista relativa a conferências e publicações que se seguiram ao sismo, do relatório produzido pela Comissão que estudou o Terramoto de Benavente, constava também a referência a uma brochura de Ferreira Diniz (1878-19--), publicada na *Revista de Obras Públicas e Minas*²⁰. Trata-se de um estudo sobre tremores de terra, e sobre o TB em particular, da iniciativa do autor (ver informação biográfica no apêndice I) e que, em dezembro de 1909 (cerca de oito meses após o TB), estava concluído²¹. Pela primeira vez na sismologia portuguesa foi privilegiada a informação obtida com recurso a instrumentação sismográfica localizada em território nacional, no estudo de um sismo. É este trabalho pioneiro na sismologia nacional que analisaremos de seguida.

A referência a que o estudo dos tremores de terra permaneceu durante anos limitado a “escritos”, que resultavam em “noções falsíssimas” (Diniz, 1911: 305), serviu para Ferreira Diniz introduzir o tema. Mas graças aos progressos da Física, da Química e da Geologia, no século dezoito:

“[...] tomou a sismologia uma feição puramente científica com as teorias elétricas, e principalmente com as teorias químicas, tendo como base a fluidez do núcleo central [...], e na correlação entre os fenómenos

vulcânicos e sísmicos, atestada pela quase identidade da distribuição geográfica de uns e outros” (Diniz, 1911: 306).

Ferreira Diniz continuou depois destacando os “esforços dos modernos sismólogos”, como Werthein e Rayleigh, que ao estudarem a propagação do movimento sísmico concluíram da existência de ondas longitudinais e transversais, o primeiro, e de ondas superficiais, o segundo, o que viria a ser confirmado, segundo o autor, pela utilização de aparelhos sismográficos “mais aperfeiçoados” (Diniz, 1911: 307). Para as ondas longitudinais e transversais se propagarem, o núcleo central da Terra tem de ser “mais rígido que o aço” (Diniz, 1911: 308), contrariando a ideia de uma constituição fluída do núcleo, vigente no século dezoito.

Os sismógrafos permitiam ainda registar os abalos sísmicos “insensíveis ao homem”, os chamados microssismos, pelo que a classificação dos tremores de terra passou a abranger para além destes, os macrossismos, ou seja, aqueles sensíveis ao homem mas que “pela sua fraca intensidade, não produzem vítimas”, e os megassismos, que são os “tremores de terra destruidores” (Diniz, 1911: 309). Os sismos eram assim classificados com base na intensidade, “elemento” cuja medição permitia estabelecer o perigo que o fenómeno sísmico constituía para os indivíduos e o edificado, em cada localidade. Mas só se a medição fosse “racional” e “aplicável em todos os casos” (Diniz, 1911: 312) se podiam fazer comparações. Após analisar escalas de intensidades como a de Egen de seis graus e a de Rockwod de três graus, e sabendo da existência de outras escalas como a de Mercalli, a de Omori e a de Cancani, Diniz (1911) concluiu ser a já referida escala Rossi-Forel, utilizada por Paul Choffat, apesar dos “defeitos”, a que até então tinha sido mais usada e que “teremos de empregar” (Diniz, 1911: 314).

Um outro elemento para o estudo dos tremores de terra considerado por Ferreira Diniz foi a direção do movimento sísmico. Parecendo de determinação simples, considerava que era um problema a que nem os sismógrafos poderiam dar uma solução. Este elemento suscitava divergências de observador para observador, a ponto de se admitir movimentos como os rotatórios (por causa de efeitos de rotação, por exemplo em pilares e colunas), que não eram necessários para explicar os efeitos em causa e que resultavam de “uma simples ilusão dos sentidos” (Diniz, 1911: 316). Quando analisava os efeitos do TB, Ferreira Diniz descreveu a rotação da parte inferior de um marco funerário no cemitério de Benavente, concluindo que esta se explicava pela “extrema

complexidade do movimento sísmico” e bastaria “uma ligação por encastramento” (Diniz, 1911: 349) para a evitar.

A sismicidade de uma região era definida por Diniz (1911) como “a frequência ou intensidade que os tremores de terra apresentam em média nessa região”, sendo a “base fundamental” das relações geológicas entre a tectónica e os tremores de terra. Dada a sua irregularidade, eram necessários longos períodos de observações consecutivas a registar em “catálogos sísmicos locais”. Particularmente, o decréscimo da intensidade e da frequência em abalos sucessivos mostrava que “sendo a origem do fenómeno um deslocamento”, as réplicas contribuía para que as camadas afetadas encontrassem o “repouso” (Diniz, 1911: 317-318).

A referência a Montessus de Ballore, sobre a importância dos tremores de terra como “fator geológico”, foi utilizada por Diniz (1911: 319) para introduzir o estudo dos efeitos dos tremores de terra, os quais considerou serem “muito pouco conhecidos”. Os efeitos dos grandes tremores de terra faziam supor dois tipos de movimentos:

“As fendas do solo, os deslizamentos e desabamentos enfim, podem ser obra de movimentos sísmicos unicamente horizontais; mas as falhas, as ejeções de água, de areia e de lodos, pelas aberturas ou orifícios crateriformes, etc., necessitam a existência e a intervenção efetiva de uma componente vertical do movimento sísmico” (Diniz, 1911: 319-320).

Outro tipo de efeitos, que Ferreira Diniz vai também ter em conta para estudar o abalo sísmico de 23 de abril de 1909, são aqueles sobre as construções. Na abordagem teórica que antecede esse estudo, refere-se à origem dos tremores de terra como uma questão resolvida. Os fenómenos explosivos nas erupções vulcânicas produzem abalos, mas não são a “causa geral”, uma vez que “existem regiões sísmicas onde se não conhecem vulcões em atividade”. O fundamento em cavidades subterrâneas origina tremores de terra locais, em número “insignificante”. Graças a Suess, os “geólogos modernos” estabeleceram uma terceira categoria de terremotos, que é a dos tremores de terra tectónicos e que Diniz (1911: 322) considera “muito mais importante”. Nesta categoria, os mais frequentes serão sismos “devidos a movimentos tangenciais da crosta terrestre”, enquanto outros resultarão de um abatimento, traduzindo-se em “compartimentos da crosta terrestre pelo nascimento de falhas” (Diniz, 1911: 323).

A abordagem inicial do estudo incluía ainda uma lista dos principais abalos sísmicos de Portugal. Depois de descrever os tremores de terra anteriores a 1755, sem revelar as fontes (embora com uma referência a Moreira de Mendonça quando descreve os efeitos do GTL), Diniz (1911) descreve com mais pormenor os efeitos do GTL, justificando que só “depois do terrível sismo de 1 de novembro de 1755 começaram a aparecer trabalhos mais detalhados” (Diniz, 1911: 326), lamentando que fossem de autores estrangeiros. E acrescentou que “dos numerosos escritos que existem sobre este tremor de terra poucos têm interesse científico” (Diniz, 1911: 327), resolvendo destacar os trabalhos de Paul Choffat, nomeadamente no que diz respeito à zona de intensidade máxima.

A lista dos principais abalos sísmicos de Portugal termina no ano de 1903, com referência a dois sismos: um ocorrido em 9 de agosto, de maior extensão e intensidade máxima VII-VIII na escala Rossi-Forel, e outro em 14 de setembro, de menor extensão e com intensidade máxima VII na mesma escala. Ferreira Diniz cita novamente Paul Choffat (1904) a propósito destes tremores de terra e é também a partir deste autor que conclui que os tremores de terra que assolaram Portugal até 1903 se podem distribuir por três categorias: os de grande extensão e intensidade atenuada, que são “produzidos” na Andaluzia, os de grande extensão e intensidade variável (mais frequentes), com origem nas “profundidades do oceano”, e os locais de pequena extensão, mas tendo por vezes grande intensidade (Diniz, 1911: 341).

O autor informou assumir, antes de iniciar o estudo do sismo de 23 de abril, o papel do naturalista que vai “observar essa obra destruidora da natureza”, tendo que “pôr o coração de parte” (Diniz, 1911: 342). E aproveitou para lamentar que o país não estivesse dotado de aparelhos sismográficos para o estudo “rigoroso” dos tremores de terra, sendo a exceção o pêndulo horizontal de Milne existente na Universidade de Coimbra. Desta situação resultavam poucos elementos disponíveis para um estudo “consciencioso” do tremor de terra, muitas vezes limitando-se a indicações pessoais, o que acarretou ainda mais dificuldades para quem o estudou por “iniciativa própria” (Diniz, 1911: 343). Mas Ferreira Diniz não deixa dúvidas quanto ao recurso à via instrumental, com base no sismograma obtido em Coimbra (ver figura 4.3), para o estudo que se propusera fazer:

“Ora o sismograma de Coimbra sem prófase mostra-nos que o sismo proveio de uma região aproximada. Pouco mais nos diz, pois não é fácil

estudar nele as amplitudes e períodos do movimento, no entanto sabendo-se que se trata de uma das componentes do movimento horizontal, EW., cuja amplitude é em média seis vezes maior do que a do movimento vertical, e que para este, uma amplitude de 1 a 2 milímetros é fortemente pressentida, uma amplitude de 10 milímetros corresponde a um abalo perigoso e uma amplitude superior a 20 milímetros a um abalo destruidor; parece pelo gráfico que o sismo correspondente pode ser incluído na segunda categoria” (Diniz, 1911: 353-354).

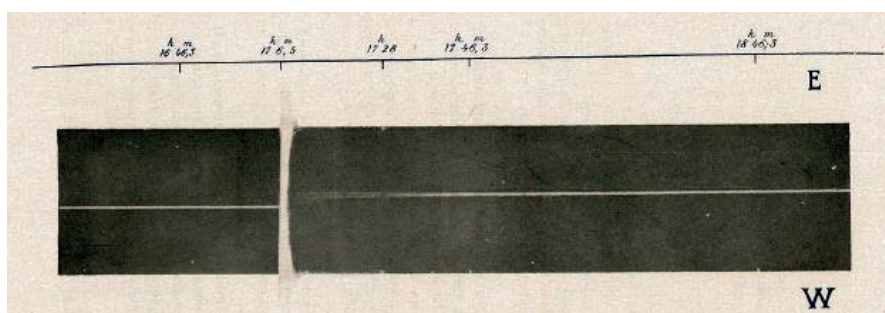


Figura 4.3 – Sismograma do TB registrado no Observatório Meteorológico da Universidade de Coimbra. Extraído de Diniz (1911).

As principais interpretações efetuadas por Ferreira Diniz, quer relativas ao TB quer a sismos ocorridos anteriormente, tendo em atenção elementos como hora, extensão, direção do movimento, duração, intensidade, região epicentral, profundidade, ruídos e réplicas, são apresentadas na tabela 4.1, no final da secção. No caso do TB, dos nove parâmetros considerados, Diniz tem em conta de forma mais direta o registo efetuado pelo pêndulo horizontal de Milne instalado em Coimbra em quatro parâmetros (hora, duração, região epicentral e réplicas), e a propósito de um outro (intensidade) tece considerações baseadas no sismograma sobre a distância do sismógrafo (Coimbra, com grau VII de intensidade) à região epicentral e lamenta (novamente) a ausência de uma “rede de estações sismológicas” (Diniz, 1911: 345).

Como conclusão do estudo do abalo sísmico de 23 de abril de 1909, Ferreira Diniz destacava o registo de “um novo foco sísmico” ou que o foco sísmico se tivesse deslocado e “enveredado pelo Tejo acima” (Diniz, 1911: 360). Comparativamente com sismos anteriores, já vinha acontecendo que a região epicentral se localizava cada vez mais a norte (ver tabela 4.1). A origem do sismo seria uma “extensa bacia hidrográfica, onde sucessivamente em camadas horizontais se vieram depositar o Terciário e o

Quaternário” e não um “desses grandes sulcos marinhos onde se prepara o relevo terrestre” (Diniz, 1911: 360). O tremor de terra de 23 de abril teria assim origem num “movimento vertical que se produziu segundo uma linha na direção aproximada de SW-NE., passando por Salvaterra, Benavente e um pouco a leste de Samora” (Diniz, 1911: 360), uma explicação de natureza claramente tectónica.

O estudo de Ferreira Diniz, na sequência do abalo sísmico de 23 de abril de 1909, terá sido o primeiro, realizado em Portugal, a ter em conta a análise de um sismograma obtido em território nacional. Mesmo afirmando dizer “pouco” (Diniz, 1911: 353), o autor apoiou-se no sismograma/gráfico do Observatório da Universidade de Coimbra para justificar as suas estimativas em cinco dos parâmetros que considerou para estudar o referido sismo, uma via que nunca fora seguida até então na ciência dos sismos nacional.

TABELA 4.1. Observações, instrumentais e não instrumentais, relativas ao TB, por parâmetro, e respetiva interpretação, segundo Ferreira Diniz. Também são apresentadas conclusões relativas a sismos anteriores ao TB. Extraído de Diniz (1911).

Parâmetro	Conclusões a partir de sismos anteriores ao TB, segundo Diniz (1911)	Observações relativas ao TB	Interpretação das observações, segundo Diniz (1911)
Hora	---	17 horas, 6 minutos e 30 segundos, em Coimbra (registo efetuado pelo pêndulo horizontal de Milne).	---
Extensão	Duas categorias: sismos de grande extensão (como o de 1 de novembro de 1755, o de 11 de novembro de 1858 e os de 9 de agosto e 14 de setembro de 1903) e sismos cuja área assolada foi pequena (como o de 14 de outubro de 1903, na serra de Montejunto).	Sentido em todo o Portugal e em quase toda a Espanha.	[Verificam-se erros (eventualmente com origem na impressão) em pelo menos duas datas: no ano do terramoto de 11 de novembro de 1858 e no dia do terramoto de 9 de agosto de 1903 (p.338)].
Direção do movimento sísmico	Três direções: SW-NE (como o de 1 de novembro de 1755 e o de 11 de novembro de 1858), E-O (como o de 9 de agosto e 14 de setembro de 1903) e SE-NW (como o de 25 de dezembro de 1884, na Andaluzia).	Em Samora Correia há uma rua EW em que as fachadas estão derrubadas ou inclinadas “parecendo mostrar que o abalo sísmico veio atingir estas edificações pela sua base numa direção NS” (Diniz, 1911: 355). Em Lisboa, há factos que denunciam uma direção NS, outros EW e finalmente SSW.-NNE. e no resto do país, direção NS, segundo a “maioria” dos correspondentes dos jornais diários (Diniz, 1911: 356).	Já na introdução do trabalho, Ferreira Diniz fizera referência às dificuldades na determinação da direção dos tremores de terra, e reiterou a referência quando caracterizou este elemento do TB. A confirmar-se a direção proposta para o movimento sísmico de 23 de abril de 1909, ela seria diferente dos sismos anteriores.
Duração	Provável que seja o de 1755 o de maior duração. Diniz (1911: 338) considera “impossível” tirar conclusões, por falta de elementos para os sismos anteriores a 1903.	Desde 2 minutos até 2 segundos, pois são “discordantes” (Diniz, 1911: 345) as informações recolhidas.	Com base no sismograma do Observatório da Universidade de Coimbra, a duração “não devia ir além de 30 segundos” Diniz (1911: 345), mas a sua determinação foi dificultada pela proximidade da região epicentral, o que terá tornado o gráfico “bastante confuso”.

TABELA 4.1. Observações, instrumentais e não instrumentais, relativas ao TB, por parâmetro, e respetiva interpretação, segundo Ferreira Diniz (continuação).

Parâmetro	Conclusões a partir de sismos anteriores ao TB, segundo Diniz (1911)	Observações relativas ao TB	Interpretação das observações, segundo Diniz (1911)
Intensidade	O de 1755 foi o mais violento, segue-se o de 11 de novembro de 1858 e, a este, o de 9 de agosto de 1903. Diniz (1911: 339) teve em atenção sismos anteriores ao de 1755, mas considerou ter “poucas indicações”.	Intensidade máxima: grau X da escala Rossi-Forel. Cinco zonas de intensidade em Portugal, representadas em carta. Diniz (1911) lamentava que Portugal não possuísse “uma rede de estações sismológicas”, não sendo assim possível “empregar a escala racional de Omori” (Diniz, 1911: 345).	As 5 zonas de intensidade consideradas por Ferreira Diniz correspondem a aluviões, terrenos pouco resistentes, o que justificaria a ruína (além da posição central na zona com intensidades IX e X). O autor realçou ainda a falta de regras de construção e os “péssimos materiais empregados” (Diniz, 1911: 347).
Região epicentral	Profundidades do oceano (nos sismos de 11 de novembro de 1858 e 9 de agosto de 1903 mais a norte do que o de 1755).	Proximidade da região epicentral: o movimento brusco do pêndulo e a ausência de fases preliminares “provam bem que o abalo emanou de região vizinha da estação” (Diniz, 1911: 357).	Ferreira Diniz justifica a sua avaliação em relação ao TB com base no “sismograma de pêndulo horizontal de Coimbra”, mas também com “a distribuição da intensidade na área abalada” (Diniz, 1911: 357).
Profundidade	---	Não há elementos para “garantir a pequena profundidade de onde proveio o abalo” (Diniz, 1911: 358).	Ferreira Diniz referiu estar demonstrado que “o abalo não parte de um ponto”, pelo que considerou mais útil determinar a área ou “região epicentral”, do que um ponto ou foco “sem existência real” (Diniz, 1911: 357).
Ruídos sísmicos	Os dois abalos de 9 de agosto de 1903 “foram acompanhados de ruído subterrâneo” (Diniz, 1911: 333) e no de 14 de setembro de 1903, os ruídos subterrâneos “não foram notados senão em Sintra e Sesimbra” (Diniz, 1911: 336).	De maior ou menor intensidade e registados em quase todo o país.	---
Réplicas	---	O abalo principal foi seguido de “numerosos pequenos abalos de uma pequena extensão [zona de intensidade máxima apenas] e de uma fraca intensidade” (Diniz, 1911: 358). Em 2 de agosto de 1909 ocorreu um abalo sentido “em quase todo o país” (Diniz, 1911: 359).	Entre o abalo principal e a réplica de 2 de agosto de 1909, o pêndulo horizontal de Coimbra não registou “qualquer outro abalo” (Diniz, 1911: 358), facto que o autor utilizou para contestar a ocorrência de réplicas sentidas em outras regiões para além da de intensidade máxima.

4.3-Considerações finais

Os estudos de sismicidade histórica revelam que o território continental e o arquipélago dos Açores desde há muito são assolados por sismos, mas há dois que podem ser destacados pelo contributo para a compreensão do fenómeno sísmico em Portugal: o GTL (1755) e o TB (1909). Ambos os acontecimentos sísmicos motivaram estudos da autoria de personalidades nacionais, em linha com as explicações que eram avançadas pelos filósofos naturais, na época do GTL e pela comunidade científica internacional, na época do TB. Destes estudos, destacámos quatro, dois sobre o GTL (a dissertação de Moreira de Mendonça, na terceira parte da *História Universal dos Terramotos* e a memória dos serviços geológicos, por Pereira de Sousa) e outros dois sobre o TB (o relatório da Comissão nomeada, integrada por Paul Choffat e Alfredo Bensaúde, e um estudo de iniciativa individual, por Ferreira Diniz).

A interpretação (coeva) de Moreira de Mendonça sobre o GTL foi inspirada na ideia das matérias inflamáveis no interior da Terra e do fogo subterrâneo, como era comum nos filósofos naturais que se interessaram pelo tema, na época. Não sendo inovadora, a dissertação de Moreira de Mendonça é merecedora de constar nesta história da sismologia em Portugal pela sistematização das explicações disponíveis na época, quer de autores nacionais quer de autores estrangeiros, e na abordagem racional que tem na análise de cada uma delas, encarando sempre o acontecimento sísmico como natural, apesar da concepção vigente atribuir as causas primeiras a um castigo de Deus. Também não será demais destacar as observações empíricas das réplicas do GTL, que ele próprio registou de modo sistemático e na utilização que delas fez, para refutar determinadas causas dos terramotos. Esta atitude que classificamos de científica é ainda revelada pela tentativa de tornar o acontecimento sísmico previsível.

Cerca de 150 anos depois, o mesmo terramoto foi estudado por Pereira de Sousa, de acordo com uma visão moderna da sismologia, que encontra as causas dos sismos na tectónica e os efeitos na propagação de ondas através das rochas que constituem o subsolo. Pereira de Sousa relacionou precisamente o tipo de rocha com a distribuição da intensidade sísmica, tendo obtido a informação necessária para determinar a intensidade a partir dos dados registados nos questionários do Marquês de Pombal e nas memórias paroquiais. Na época em que Pereira de Sousa desenvolveu este trabalho sobre o GTL, já os efeitos de um outro terramoto ocorrido em território nacional, com vítimas e danos

significativos, tinham sido objeto de estudo por parte das autoridades e da comunidade científica portuguesa.

Embora os aparelhos sismográficos entretanto disponíveis possibilitassem agora outro tipo de observações, a metodologia por questionário foi também a privilegiada para obtenção de informação sobre a distribuição dos efeitos do sismo, por Paul Choffat e Alfredo Bensaúde, os dois geólogos que integraram a Comissão nomeada superiormente para estudar o TB. Mesmo sem estar suportado em observações resultantes de instrumentação sismográfica, pode considerar-se que este estudo seguiu uma abordagem mais quantitativa dos efeitos, de acordo com os fundamentos da escola de Mallet. A informação obtida junto dos cidadãos sobre a distribuição dos efeitos do sismo foi cruzada com informação sobre a natureza geológica das diferentes regiões do país, de acordo uma visão em que os sismos tinham uma origem tectónica.

Um outro estudo na sequência do abalo sísmico de 23 de abril de 1909, provavelmente o primeiro realizado em Portugal a ter em conta a análise de um sismograma registado numa estação localizada em território nacional, teve iniciativa do próprio autor, Ferreira Diniz. Numa via que nunca fora seguida no país até então, o autor apoiou-se no sismograma/gráfico do Observatório da Universidade de Coimbra para justificar as suas estimativas em quatro dos parâmetros que considerou para estudar o referido sismo, isto apesar da pouca informação fornecida (a proximidade da região epicentral tornara o gráfico difícil de interpretar) e da ausência de uma rede de estações sismológicas em Portugal, que Ferreira Diniz lamentava.

¹ Uma outra interpretação coeva, que surge integrada num compêncio didático, é a de Luís António Verney (ver apêndice D).

² De ascendência suíça, Pedegache foi um militar que, na qualidade de correspondente do *Journal Étranger*, redigiu em 11 de novembro de 1755 a primeira notícia da catástrofe, autorizada pelo governo de D. José I (Araújo, 2007). No início de 1756, este relato foi desenvolvido e reeditado em Portugal, resultando no texto que referimos, com o título *Nova e fiel relação do terramoto que experimentou Lisboa e todo o Portugal no 1º de novembro de 1755* (com 23 páginas).

³ Buescu (2005) realça a ausência de elementos explicativos de natureza teológica em ambos os textos (de Pedegache e de Moreira de Mendonça), embora no texto de Moreira de Mendonça tenhamos registado algumas manifestações de religiosidade (ver capítulo 1).

⁴ A reflexão sobre a *História Universal dos Terramotos* e sobre a interpretação que Moreira de Mendonça faz dos terramotos originou um outro trabalho (Ferreira e Lopes, 2017), aplicado ao contexto americano, em coautoria com Maria Margaret Lopes.

⁵ Numa obra com publicação póstuma (1749) sobre o passado da Terra e a origem dos fósseis, denominada *Protogaea*, Leibniz (1646-1716) escreve: “os terramotos indicam os robustíssimos fogos dentro das cavidades subterrâneas” (Papavero, Teixeira e Ramos, 1997: 117). Para suportar esta ideia, este filósofo e matemático alemão lembra o terramoto sentido em Itália, em 1691 (Moreira de Mendonça especifica terem sido grandes os estragos em Ancona e Rimini), que também foi sentido em Hannover, onde viveria na altura (mas sem ultrapassar o Weser, um rio situado a Norte da atual Alemanha). Leibniz foi membro da Royal Society e da Academia de Ciências de Paris, e colaborou na fundação da Academia de Ciências de Berlim (1700).

⁶ Jean-Antoine Nollet (1700-1770), com formação inicial em Teologia, dedicou-se à Física e notabilizou-se pelas exibições de experiências com instrumentos por si elaborados, com importantes trabalhos ao nível da eletricidade e da pedagogia (Heilbron, 1981).

⁷ Na sequência do TB, Pereira de Sousa alertava para a importância “humanitária e científica” (Sousa, 1909: 284) do estudo dos sismos. Em vez de teorias, preferia centrar-se no estudo dos efeitos dos terramotos, o assunto que “mais devia chamar a atenção da Humanidade” (Sousa, 1909: 285) e aquele de maior “utilidade para o construtor e engenheiro” (Sousa, 1909: 286). Considerava também necessário “um estudo minucioso do solo de Lisboa, de se fazer sondagens antes de começar a construção de qualquer edifício e de exercer uma rigorosa fiscalização sobre os caboucos dos prédios em construção” (Sousa, 1909: 486).

⁸ Hans Woerle foi o autor de um trabalho intitulado “Der erschütterungsbezirk des grossen erdbebens zu Lissabon; ein beitrag zur geschichte der erdbeben” [A área abalada pelo grande terramoto de Lisboa, uma contribuição para a história do terramoto], em 1900, igualmente citado por H.F.Reid (ver capítulo anterior), que refere ter feito “um bom trabalho na recolha e na análise da maior parte dos registos contemporâneos, mas permanecendo por explorar os registos espanhóis e portugueses” (Reid, 1914: 80).

⁹ Paul Choffat considerava que seria importante fazer uma recolha dos testemunhos dos efeitos do GTL, eliminando os exageros próprios da época, e consultar também autores menos antigos, mas as suas ocupações não lhe deixavam tempo para esta tarefa (Choffat, 1904).

¹⁰ Paul Choffat avisa que, neste caso, os graus VIII e VII correspondem a uma maior intensidade que a dos sismos precedentes analisados na sua comunicação, que são sismos ocorridos em Portugal, em 1903 (Choffat, 1904). A escala de Rossi-Forel era uma escala que permitia classificar os efeitos dos sismos, sobre o homem e os edifícios. Em 1877 e 1881, respetivamente, Rossi e Forel propuseram escalas com dez graus. Embora não coincidentes nos graus mais fortes, foi possível reunir as duas numa só, em 1883, e era esta escala que tinha a denominação de Rossi-Forel (Diniz, 1911; Choffat e Bensaude, 1912). Esta escala pode ser consultada no apêndice E.

¹¹ Numa interpretação mais recente, as isossistas traçadas no sudoeste de Portugal e em Marrocos permitem extrapolar a localização do epicentro como estando a 210 km a WSW do cabo de S. Vicente, com coordenadas 36°27'N e 11°15'W (Machado, 1966). Em 1969 ocorreu um sismo com epicentro próximo do banco de Gorringe, uma montanha submarina situada a sudoeste do cabo de S. Vicente, na fronteira entre a placa euroasiática e a placa africana, e mais recentemente, em 1999, foi descoberta uma falha entre o banco de Gorringe e o cabo de S. Vicente (falha do marquês do Pombal), sendo estas duas formações geológicas apontadas como estando na origem do GTL (Fonseca, 2005; Ribeiro, 2005). A falha do vale inferior do Tejo também poderá ter estado envolvida, de acordo com uma interpretação que considera a ocorrência de dois terramotos de algum modo relacionados entre si, o segundo com origem na referida falha, sendo responsável pela movimentação do fundo do rio Tejo e pela consequente agitação das águas ainda antes da chegada do tsunami (Vilanova, Nunes e Fonseca, 2003).

¹² Pereira de Sousa regista que, quando se deu o terramoto de 1755, estavam em voga três teorias: a do fogo subterrâneo, a das substâncias inflamáveis e explosivas, e a do fluido elétrico. E criticava os autores

dos livros da época por exagerarem nos argumentos relacionados com os fenómenos observados, exemplificando: [...] os do fogo central explicam os incêndios de Lisboa, em parte, pelas labaredas que saíam das entranhas da terra; os das substâncias inflamáveis procuram apoiar-se nos fenómenos luminosos da atmosfera que então se deram, etc.; os do fluido elétrico mostram a sua razão pelas trovoadas que antecederam o terramoto [...] (Sousa, 1929: 98).

¹³ A *Ilustração Portuguesa* era uma publicação semanal do jornal *O Século* (ver capítulo 2).

¹⁴ Os registos do sismo de 23 de abril de 1909 obtidos nas estações sismográficas de Estugarda e de Leipzig encontram-se reproduzidos em Moreira (1984: 58-59). Este sismo “não foi registado nas estações japonesas e não se conhece qualquer registo obtido no continente americano” (Moreira, 1984: 60). Entretanto, desapareceu o de Coimbra, o “único obtido em Portugal” (Moreira, 1984: 57).

¹⁵ Embora outras interpretações tivessem ainda alguma relevância em termos de comunicação pública, como a de Manuel Gomes, para quem a causa do TB era a elevada pressão da água sobreaquecida no interior da terra, divulgada na edição de 28 de abril de 1909 do *Diário de Notícias* (ver capítulo 2).

¹⁶ Paul Choffat entrou nos Serviços Geológicos após conhecimento com Carlos Ribeiro, como referido no capítulo 2. Alfredo Bensaúde, engenheiro e mineralogista, exerceu funções como petrógrafo nos Serviços Geológicos e foi responsável pela organização do Instituto Superior Técnico de Lisboa (Ferreira, 1941a).

¹⁷ O Observatório de Coimbra seria um dos observatórios meteorológicos nacionais que viria a ser consultado pouco depois, pela autoridade régia, sobre a organização dos serviços sismológicos em Portugal (ver capítulo 5).

¹⁸ No caso da interpretação do sismograma registado no Observatório do Ebro, pelo diretor Padre Cirera, nem o sismógrafo está em território nacional nem quem o interpreta tem nacionalidade portuguesa. Quanto ao autor do trabalho onde consta esta interpretação, F. P. Cabral, sabemos ser académico e aluno no Colégio de Campolide (jesuíta) e que incluiu no trabalho uma carta de isossistas sobre o TB, que localiza o epicentro em terra, elaborada com informação que constava nos jornais, visto que a sua posição de internato não lhe permitia a verificação *in loco* (Cabral, 1909b).

¹⁹ Estes estudos coevos do TB são representativos de duas abordagens de investigação sismológica disponíveis à época, uma baseada numa rede de cidadãos, ou seja, de observadores humanos, e outra numa rede de instrumentos sísmicos, ou seja, de aparelhos medidores. O tema da observação simológica em rede está desenvolvido em Ferreira (2019).

²⁰ Trata-se de uma contribuição de 56 páginas no nº483 da *Revista de Obras Públicas e Minas* (Diniz, 1911), a revista da Associação dos Engenheiros Civis Portugueses que foi objeto de análise no capítulo 3.

²¹ O trabalho está terminado em dezembro de 1909, consta no tomo 41 da *Revista de Obras Públicas e Minas* de 1910, mas a impressão é de 1911 (Imprensa Nacional).

CAPÍTULO 5 – A institucionalização da sismologia em Portugal: dos observatórios meteorológicos às redes sísmicas

“*A Terra*, à qual pertence desde 1931 o papel de coordenadora das vontades então dispersas, nos vários ramos da Geofísica, aguarda que essas mesmas vontades se unam para que a finalidade que se impõe não demore e o Instituto Nacional de Geofísica realize em Portugal, a função para que está naturalmente indicado: orientar e propulsionar no quadrante das ciências de que trata, todas as suas atividades e unificar os trabalhos imprimindo-lhes assim, mais coesão, mais consistência e maior facilidade de conclusões” (Miranda, 1937a: 1-2).

Os dois acontecimentos sísmicos (1755 e 1909) considerados no capítulo anterior, embora em épocas distintas, contribuíram ambos para o desenvolvimento da compreensão dos sismos em Portugal, mas terão sido suficientes para dotar o país com uma organização a nível nacional que permitisse dar resposta às questões relacionadas com a sismicidade do território? Apesar do já referido questionário do Marquês de Pombal, e das medidas anti-sísmicas adotadas, a preocupação após o sismo de Lisboa foi a sua reconstrução. E sabemos que o sismo de Benavente foi oficialmente estudado por uma comissão científica que foi efetivamente constituída por geólogos, quando internacionalmente a sismologia começara a desenvolver-se com base na Física e na Matemática. Sabemos também que alguns passos foram dados para a organização do serviço sismológico nacional, quando, ainda na sequência do TB, os Observatórios Meteorológicos de Lisboa, Coimbra e Porto foram consultados sobre as necessidades do país em termos de estações e equipamento sismográfico.

O TB terá assim contribuído para que as autoridades nacionais sentissem a necessidade de organizar um serviço de observações sismológicas, mas após a referida consulta, o tempo foi passando e o país manteve-se sem uma rede coordenada e funcional que permitisse observar e estudar os sismos que abalavam o território nacional. Duas outras iniciativas se seguiram, na década de 30, mas estas não oficiais: a revista *A Terra*, já descrita no capítulo 2, onde foram feitos numerosos apelos e sugestões para a organização institucional da sismologia em Portugal, em especial pelo seu diretor, Raul de Miranda, e a criação da Sociedade de Meteorologia e Geofísica,

com sede em Coimbra, dirigida por colaboradores e pelo próprio diretor da referida revista.

Finalmente, em 1946, era criado o Serviço Meteorológico Nacional e regulamentada a licenciatura em ciências geofísicas, com a necessária preparação físico-matemática para habilitar os meteorologistas e geofísicos profissionais, como tivemos oportunidade de verificar pela análise do respetivo diploma publicado no *Diário do Governo*. E cerca de cinco décadas após o TB, agora na sequência da erupção dos Capelinhos, estando disponíveis instituições e instrumentos para o efeito, foi possível que um acontecimento simultaneamente sísmico e vulcânico, ocorrido em território nacional, fosse oficialmente estudado também por profissionais formados em geofísica e não apenas por geólogos, como acontecera em 1909.

Neste capítulo será descrita a institucionalização da ciência dos sismos em Portugal, com destaque para o papel dos observatórios meteorológicos (mais tarde, institutos geofísicos), e tendo igualmente em atenção a internacionalização e a profissionalização das ciências geofísicas, contexto que permitiu que a ciência dos sismos em Portugal, em meado da década de 40 do século XX, passasse a ter condições para ser feita por geofísicos especializados, que assim sucederam aos filósofos naturais do século XVIII e aos geólogos e engenheiros do século XIX e princípio do século XX.

5.1-O Serviço Geológico de Portugal e a abordagem tectónica

O Serviço Geológico foi criado em 1857, na altura Comissão Geológica nacional, pelo Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria (MOPCI), como descrito no capítulo 2, tendo por principal missão “efectuar o reconhecimento e elaborar cartografia geológica” (Carneiro, 2008: 10). Dava-se assim início à institucionalização e profissionalização da Geologia em Portugal que, contrariamente a outros países europeus, se iniciou quase “a partir do zero” (Carneiro e Leitão, 2009: 295), tendo os engenheiros militares que integravam e lideravam esse Ministério desempenhado um papel importante. São disso exemplo os já referidos Carlos Ribeiro e Nery Delgado, engenheiros militares que iniciaram uma tradição de investigação na área da geologia e que estão na origem da geologia como profissão, em Portugal (Carneiro e Leitão, 2009).

Com o Serviço Geológico instituído, cedo se sentiu a necessidade de coleções de rochas e fósseis de referência, de instrumentos de laboratório e para o trabalho de

campo, de livros e revistas dedicadas, e de estabelecer relações científicas com instituições europeias congéneres. O cumprimento da tarefa de colmatar estas lacunas recaiu sobre Carlos Ribeiro (1813-1882), na altura diretor dos Serviços Geológicos, que com a devida autorização governamental viajou por Paris, Viena, Turim e Madrid, entre outras cidades europeias, no período de 4 de julho a 14 de dezembro de 1858 (Leitão, 2001). Esta viagem permitiu criar uma “rede de apoio”, em que para além da aquisição das referidas coleções, de materiais, de livros e publicações, incluía a “correspondência regular com colegas estrangeiros e instituições congéneres” (Leitão, 2005), assinalando assim formalmente o início da internacionalização da Geologia de Portugal.

Também Carlos Ribeiro terá introduzido o estudo da Tectónica em Portugal, segundo Ribeiro (1986), com a obra “Memórias sobre as minas de carvão aos distritos do Porto e Coimbra e de carvão e ferro do distrito de Leiria”, publicada nas *Memórias da Academia das Ciências*, em 1858. O “contacto científico” de Carlos Ribeiro com a “Escola Inglesa de Daniel Sharpe” (Ribeiro, 1986: 770) terá contribuído para uma primeira abordagem da Tectónica em Portugal, uma área que contou com mais um contributo de Carlos Ribeiro, a carta geológica de Portugal, publicada em parceria com Nery Delgado, em 1876, revista e atualizada por Nery Delgado e Paul Choffat, em 1899 (Ribeiro, 1986).

No início do século XX, o estudo dos tremores de terra entrara numa “via científica” (Choffat, 1902:163). Na Sociedade de Geografia de Lisboa, a afirmação era então justificada porque os estudos passaram de individuais a coletivos e porque os modos de observação estavam uniformizados, graças aos congressos internacionais. Nos “países civilizados” (Choffat, 1902:163) existiam comissões, constituídas por meteorologistas e geólogos, com o objetivo de publicar anualmente as observações feitas e de as coordenar com as dos países vizinhos. Nessa conferência motivada por um fenómeno vulcânico ocorrido na ilha de Martinica, Paul Choffat não encontrou qualquer tipo de relação entre a atividade vulcânica e o terramoto de 1755. Em relação à coloração vermelha observada nas nascentes após o GTL (em Teplitz, na atual República Checa e junto à fronteira com a Alemanha), de acordo com uma explicação dada por Suess, justificava-se pela remoção do depósito ocre no fundo dos canais subterrâneos devido ao “movimento ondulatório” (Choffat, 1902: 162) produzido pelo tremor de terra.

E quanto às causas dos tremores de terra, na mesma conferência, Choffat (1902) referia que os sismos vulcânicos ou de explosão, que acompanham as erupções

vulcânicas, eram sismos locais, e que os sismos que abrangem áreas mais extensas eram sismos estruturais, ligados “à formação das montanhas e a outros acidentes da crosta terrestre” (Choffat, 1902: 164). A contração da crosta terrestre, responsável pelo movimento lento que conduz à formação das montanhas, resultava em dobras e deslizamento de massas, umas contra as outras. Paul Choffat traçou sobre cartas as linhas de maior intensidade de muitos tremores de terra e constatou que coincidiam com as linhas de grandes deslocações do solo. Para este geólogo, a coincidência explicava porque as regiões de estrutura mais complicada eram as que estavam mais sujeitas aos tremores de terra (Choffat, 1902).

A propósito do GTL, Paul Choffat considerava difícil o reconhecimento das referidas linhas de deslocação, pela sua grande extensão e por falta de informação, estando disponíveis apenas relatos e não observações científicas. E sugeria recolher os documentos da época nos arquivos de cada paróquia e colocar o resultado sobre uma carta geológica, tanto em Portugal como em Espanha. Paul Choffat especificava que devia ser feita a “distinção entre a força do abalo e os seus efeitos, tendo em conta a natureza do terreno e a solidez das construções” (Choffat, 1902: 165). Esta abordagem tectónica sugerida por Paul Choffat foi seguida por Pereira de Sousa, nas duas décadas seguintes ao TB, como descrito no capítulo anterior, fazendo o levantamento dos estragos provocados na cidade de Lisboa, e nas restantes regiões do país, com base em documentos coevos do GTL, e relacionando-os com a natureza geológica de cada uma dessas regiões.

Um outro exemplo da abordagem tectónica aplicada ao território português, este no ano anterior ao TB, foi a publicação pela Comissão do Serviço Geológico da memória “Essai sur la tectonique de la chaîne de l’Arrábida”, da autoria do próprio Paul Choffat. A propósito da formação da cadeia da Arrábida, este geólogo considerava deslocações transversais, como o desvio brusco dos estratos, falhas transversais com rejeitos verticais e desligamentos horizontais, e longitudinais, destacando três linhas de deslocação, uma que se estendia do cabo Espichel ao Portinho da Arrábida, outra que começava ao norte da extremidade oriental da primeira e incluía os anticlinais do Formosinho e do Viso, e a terceira apresentando dois acidentes longitudinais justapostos, presentes ao meio do comprimento do núcleo calcário (Choffat, 1908).

Podemos concluir que em Portugal, no início do século XX, a interpretação dos acontecimentos sísmicos era feita de acordo com uma abordagem geológica/tectónica, adequada aos conhecimentos da época. Para esta atualização de conhecimentos terão

contribuído os Serviços Geológicos nacionais e a sua participação em iniciativas de dimensão “internacional”. Mas internacionalmente, a via instrumental, com base na Física e na Matemática, já fora mais longe, permitindo que o estudo dos sismos não se limitasse aos seus efeitos na superfície, aqueles que podem ser estudados de acordo com uma abordagem exclusivamente geológica/tectónica.

5.2-Os grandes acontecimentos sísmicos na primeira década do século XX: razões para o início da instrumentação sismográfica

No início do século XX registaram-se alguns avanços em termos de instrumentação sismográfica, tendo os observatórios meteorológicos como protagonistas desses avanços. Diversos acontecimentos sísmicos entretanto ocorridos e sentidos em território nacional e além fronteira, cujos efeitos terão chegado ao território nacional, no segundo caso, por via da imprensa, terão porém contribuído para (re)lembrar a necessidade de estudar tais fenómenos, sendo a instrumentação um recurso fundamental para a sua observação. Os efeitos destes acontecimentos, em Portugal, assumiram também a forma de reuniões, conferências e comunicações.

O primeiro acontecimento sísmico (e, neste caso, também vulcânico), que consideramos, ocorreu na ilha de Martinica (Caraíbas), em 8 de maio de 1902. Apesar dos tremores de terra que antecederam o acontecimento, os habitantes não podiam prever, porque até então era desconhecido para a ciência, o fenómeno que seria descrito e designado pela primeira vez por Alfred Lacroix como “nuvem ardente” (Scarth, 1999). Em poucos minutos, a nuvem ardente terá morto mais de 27 mil pessoas e, menos de um mês depois, em 2 de junho de 1902, Paul Choffat foi o orador convidado para a conferência referida na secção anterior, organizada pela Sociedade de Geografia de Lisboa, sobre as relações que a catástrofe de Martinica podia ter com Portugal (Choffat, 1902).

O pouco tempo decorrido entre a catástrofe e o momento da conferência, levou o conferencista a optar por privilegiar o tema do terramoto de 1755, uma catástrofe “mais próxima” (Choffat, 1902:158) dos portugueses. Apesar de existir uma representação da destruição de Lisboa em 1755, que mostra um vulcão em plena erupção, de cada lado da cidade, Paul Choffat considerava tal fruto da imaginação de um desenhador, concluindo não só que o GTL não esteve relacionado com erupções vulcânicas, bem como que a

erupção de Martinica não seria precursora de novos tremores de terra em Portugal. E acrescentou que a distância a que ocorreu tal erupção só podia ser detetada na Europa graças aos aparelhos registadores das estações meteorológicas. E terminava a conferência tranquilizando a plateia, porque “as observações meteorológicas” tinham o dever de avisar quando os movimentos microssísmicos anunciavam a “aproximação de uma tempestade sísmica” (Choffat, 1902: 166).

Os tremores de terra ocorridos e sentidos em Portugal em 1903, especialmente em 9 de agosto e em 14 de setembro, o primeiro sentido em quase todo o território continental, o segundo mais localizado na região centro, motivaram Paul Choffat para escrever uma notícia que foi publicada nas *Comunicações dos Serviços Geológicos*, em 1904. No final da notícia, Paul Choffat informava que a utilidade da comunicação era evitar que os acontecimentos sísmicos de 1903 caíssem no esquecimento, como acontecera com outros anteriores, e lamentava a falta de observação metódica de tais acontecimentos em Portugal. Sugeriu ainda que, à semelhança da Suíça, se estabelecesse uma rede de observadores voluntários, encarregues de distribuir questionários. Já no início da comunicação, Paul Choffat lamentara a ausência de um serviço de observação que se estendesse à totalidade do país, informando ainda que a “instalação de aparelhos registadores nos observatórios meteorológicos estava em projeto” (Choffat, 1904: 19).

Não sabemos se com alguma ligação aos acontecimentos sísmicos já referidos, mas em 9 de abril de 1904 discursou Pereira de Sousa na Associação dos Engenheiros Civis Portugueses sobre os calcários empregados nas construções de Lisboa. Nesta comunicação, Pereira de Sousa referiu ter recorrido ao amigo Paul Choffat, a quem devia, confessava, o pouco que sabia sobre geologia. Partindo de uma antiga coleção de mármore do Museu de Mineralogia e Geologia da Escola Politécnica, Pereira de Sousa procurava classificá-los e determinar as pedreiras de onde provinham, de modo a que no restauro dos monumentos de Lisboa pudessem ser utilizados os mesmos materiais que os usados na sua construção. A história da construção de Lisboa foi apresentada dividida em quatro períodos, considerando Pereira de Sousa que o GTL assinalava o início do terceiro, quando se passou a recorrer ao lioz a partir de pedreiras já exploradas, mas também de novas “que se abriram para o lado de Paço de Arcos” (Sousa, 1904: 19).

Outros acontecimentos sísmicos ocorridos, mas neste caso além fronteira, como o de S. Francisco, em 18 de abril de 1906, também terão contribuído para mobilizar a comunidade científica para a importância das observações sismológicas. Em maio de

1906 realizaram-se reuniões para revisão do projeto de organização dos serviços meteorológicos, que contou com a presença dos diretores dos Observatórios Meteorológicos de Lisboa e Porto, e o do Serviço Meteorológico dos Açores. Este último aproveitou para informar os demais sobre a realização de uma reunião da Conferência Sismológica Internacional nesse mesmo ano, pelo que, como delegado de Portugal, solicitou informação para que pudesse dar conta dos trabalhos sismológicos empreendidos no território continental do Reino. Da informação recolhida na reunião, Afonso Chaves concluiu do “lamentável estado”, pois no continente os trabalhos sismológicos limitavam-se ao Observatório de Coimbra (cujo diretor não participou nesta reunião por não poder “abandonar trabalhos escolares a seu cargo”), esperando que o governo contribuísse para a Associação Internacional com algo mais do que apenas dinheiro (*Apêndice ao Diário do Governo*, nº393 – 1909: 258-260).

A sismicidade internacional também motivava as associações científicas a organizar conferências sobre a teoria dos tremores de terra “com o fim de tranquilizar os espíritos” (Choffat e Bensaúde, 1912: 6) e exemplo deste efeito foi o convite dirigido a Paul Choffat, pela Direção da Associação dos Engenheiros Civis Portugueses, na sequência do terramoto de Messina, um outro acontecimento sísmico de elevado efeito destruidor, ocorrido em 28 de dezembro de 1908. Na conferência realizada na sessão ordinária de 27 de fevereiro de 1909, em Lisboa, Paul Choffat examinou, mais uma vez, possíveis relações com acontecimentos sísmicos ocorridos em território não nacional, neste caso na Itália Meridional. Depois de algumas considerações sobre os progressos ao nível do conhecimento geológico da crosta terrestre, sem os quais seria impossível chegar a uma explicação lógica dos sismos, o conferencista voltava a salientar que o estudo dos tremores de terra entrara numa via “verdadeiramente científica” (Choffat, 1910: 19), referindo-se à relação estabelecida entre a estrutura do solo e os seus efeitos, bem como à instalação de estações de observação munidas de aparelhos como os sismógrafos. Realçou ainda a importância de redes de observadores, quer estes estivessem munidos de aparelhos (como no Japão), quer respondessem a formulários comuns (como na Suíça), e o papel da Associação Sismológica Internacional, na recolha e harmonização das observações dos vários países.

O conferencista aproveitou para lembrar que, apesar dos poucos anos (cerca de trinta) da sismologia instrumental, o conhecimento sobre os tremores de terra fizera grandes progressos, em especial o conhecimento teórico, que considerava corresponder a um progresso na possibilidade de diminuir os seus efeitos negativos. Mas chamava a

atenção que, apesar dos sismos “violentos” que assolavam ocasionalmente uma parte do território continental, sem relação com os da Itália, Portugal era “um dos países onde menos observações se fazem sobre a sua distribuição” (Choffat, 1910: 31). E recomendava que o Estado instalasse mais uma ou duas estações sismográficas, para além das já existentes, desejando ainda que algum tipo de entidade estabelecesse uma rede de informadores, que a dirigisse, que centralizasse as suas observações e que fizesse uma síntese. Paul Choffat terminava afirmando ser sua esperança que o “terrível aviso” (Choffat, 1910: 32) vindo do Sul de Itália fosse aproveitado para fazer avançar o conhecimento sobre os sismos do território nacional. E, como sabemos, não foi preciso esperar muito por um novo aviso, mas desta vez com origem no próprio país.

Cerca de dois meses depois da conferência de Paul Choffat, foi a vez de Pereira de Sousa intervir na mesma Associação dos Engenheiros Civis Portugueses, em 8 de maio de 1909. Pereira de Sousa atribuía então o “atrevimento” de falar perante a Associação à solicitação feita pelo seu Presidente, o Conselheiro Pereira dos Santos, “meu ex-professor e meu amigo”, por indicação de Paul Choffat, que considerava seu “mestre e prezado amigo” (Sousa, 1909: 284). Duas semanas após o terramoto do Ribatejo, e apesar da referência que faz a este e à “tragédia horrorosa que no princípio deste ano teve para teatro o sul da Itália” (Sousa, 1909: 283), referindo-se ao terramoto de Messina, a conferência teve como tema os efeitos do GTL nas construções de Lisboa.

Embora Pereira de Sousa tenha enveredado então por uma abordagem ao estudo dos sismos que privilegiava os efeitos sentidos e a sua relação com a tectónica do território nacional, não deixou de defender, numa comunicação publicada pelos Serviços Geológicos, que a via instrumental era importante:

“Enquanto não se montar uma rede de sismógrafos e sismoscópios, podendo-se assim registar todos os abalos sísmicos de Portugal, não se poderá com rigor determinar a sismicidade do país.

Contudo, o registo daqueles que tive conhecimento, segundo as zonas ou linhas epicentrais, permitirá determinar muito grosseiramente essa sismicidade. E indo pouco a pouco precisando as zonas sísmicas do país, poder-se-á melhor montar essa rede” (Sousa, 1914b: 231).

Também Paul Choffat, que entre 30 de agosto e 4 de setembro de 1909 representou Portugal na reunião bianual da Comissão permanente da Associação Internacional de

Sismologia, em Zermatt (Suíça), tendo, na altura, oportunidade de dar a conhecer à Assembleia a distribuição dos efeitos do sismo do Ribatejo de 23 de abril e da réplica de 2 de agosto, realçou a relação entre a geologia e a sismicidade do país. No relatório que elaborou na sequência da sua participação nesta reunião (substituindo Afonso Chaves), Paul Choffat concluiu que o progresso da sismologia por via das observações instrumentais era incontestável, mas o estudo geológico não podia ser separado pois era ele que permitia explicar a distribuição dos sismos e a irregularidade dos seus efeitos (*Apêndice ao Diário do Governo*, nº393 – 1909).

Uma outra reunião, mas esta de âmbito nacional e realizada na Academia de Ciências de Portugal, resultou na sugestão de realizar uma sessão pública para que “o estudo dos fenómenos sísmicos fosse exposto, sob o aspeto das suas causas e meios de atenuar os seus efeitos” (*O Século*, 29 de abril, p.4). O teor desta reunião realizada em 28 de abril de 1909, cinco dias pós o TB, foi publicado em *O Século*, o qual dá conta da intervenção do Dr. Eugénio Pacheco sobre a falta de serviços sísmicos no país e a necessidade de instalação de estações em Faro, Évora, Lisboa, Coimbra e Porto. Este membro da Academia propunha que “se reclamasse dos poderes públicos providências nesse sentido” (*O Século*, 29 de abril, p.4).

A reivindicação de um maior empenho do governo na criação das condições para que as observações sismológicas estivessem munidas dos respetivos “aparelhos delicados” (Camacho, 1909: 31) surge numa outra conferência, proferida por um professor público que se assumia como não especialista em ciências geológicas. Mas dada a atualidade, referindo-se à ocorrência do TB, tal limitação não o impedira de aceitar o convite da Direção da Associação Comercial de Lojistas de Lisboa para uma palestra sobre tremores de terra. A conferência realizada por Inocêncio Camacho em 25 de junho de 1909 abrangeu generalidades sobre geologia e, em particular, sobre os tremores de terra, estes sendo interpretados segundo uma abordagem tectónica e citando Paul Choffat e Montessus de Ballore. Aguardava os trabalhos da comissão nomeada para o estudo do TB mas, atendendo às características dos sismos anteriores e às condições geográficas e geológicas da região abalada, arriscou considerar o sismo como sendo de origem tectónica, em resultado das “vicissitudes geológicas do fundo do Atlântico na vizinhança das nossas costas” (Camacho, 1909: 31).

Numa sessão ordinária da Associação dos Engenheiros Civis Portugueses realizada em 18 de dezembro de 1911, já no início da segunda década do século XX mas ainda motivada pelo acontecimento sísmico de 1909, Paul Choffat anunciava os

resultados dos trabalhos realizados pela comissão para o estudo do TB. Apesar dos inconvenientes, considerava não se poder prescindir das escalas de intensidade:

“[...] visto não se poder estabelecer bastantes observatórios sísmicos para a observação rigorosa dos sismos nas diferentes regiões dum mesmo país. Entretanto, é de desejar que se estabeleça uma rede deles, não de instrumentos de grande sensibilidade que acusem os abalos que afetam os antípodas e se deterioram no princípio de cada sismo que se dá na vizinhança, mas aparelhos menos delicados, destinados aos macrosismos do país” (Amaral, 1912: 52).

Desta conferência, o secretário da sessão destacou a exibição de mapas com a distribuição dos abalos no país (dos anteriores a 1909, dos que precederam o de 1909, do de 1909, das réplicas do de 1909 e dos de 1910 e 1911), cuja combinação constituiu “um primeiro ensaio de mapa da sismicidade de Portugal” (Amaral, 1912: 52). A distribuição das intensidades também foi analisada com recurso a cartas, concluindo o conferencista que era necessário conhecer a distribuição dos grandes sismos ocorridos anteriormente para poder representar a sismicidade de Portugal. Apesar de insuficiente, a informação existente para os sismos de 1755, 1858, 1899, 1903 e 1904 mostrava que todos eles tinham uma área de maior intensidade aberta na direção do oceano (Choffat, 1912).

No relatório correspondente ao trabalho da comissão que Paul Choffat integrou, os autores lamentam que as respostas aos questionários origem dados “muito incertos”, pelo que consideravam desejável distribuir no território nacional “um certo número de aparelhos registadores, por meio dos quais seja possível interpretar e retificar as observações empíricas” (Choffat e Bensaúde, 1912: 20) e para evitar o “arbítrio” na classificação da intensidade dos abalos. Os autores do estudo oficial do TB também reclamam o acesso a instrumentação.

Podemos concluir que acontecimentos sísmicos ocorridos na primeira década do século XX permitiram estimular o interesse no estudo do fenómeno sísmico por parte de uma restrita comunidade científica, representada principalmente por geólogos e engenheiros. Este interesse revelou-se em numerosas reuniões, conferências e comunicações que foram ocorrendo sobre esses acontecimentos, sendo inclusivamente partilhado por uma comunidade mais alargada, como nos mostra a conferência

promovida pela Associação Comercial de Lojistas de Lisboa. O GTL era um tema recorrente após cada acontecimento sísmico, mas também a preocupação com o edificado foi tema comum nas diferentes formas de partilha técnico-científica que considerámos. Assim, e por força de acontecimentos sísmicos entretanto ocorridos, a comunidade científica e a comunidade em geral reclamavam em uníssono, no início do século XX, a organização das observações sismológicas em Portugal.

5.3-Os Institutos Geofísicos e as observações sismológicas

Embora fosse mais premente na atividade dos observatórios meteorológicos portugueses a necessidade de conhecimento meteorológico e de “previsão” baseada nesse conhecimento, estas instituições vão assumir o esforço nacional de criar as condições necessárias no que diz respeito à observação instrumental dos sismos. A Academia das Ciências de Lisboa e a Escola Politécnica constituíram também “fatores decisivos” (Peixoto, 1987: 224) para o progresso das ciências geofísicas em Portugal: a primeira incentivando e publicando resultados das observações, nomeadamente as observações meteorológicas, e a segunda criando, em 1853, em Lisboa, o observatório meteorológico. O fundador e primeiro diretor do Observatório, Guilherme Pegado, organizou “um sistema unificado de observações meteorológicas em Portugal” que constituiu “um verdadeiro serviço meteorológico nacional” (Peixoto, 1987: 227). É o contributo dos referidos observatórios para a institucionalização da sismologia em Portugal que se analisa seguidamente.

Na mesma data da inauguração do observatório meteorológico da Universidade de Coimbra, em 1863, eram inauguradas novas instalações do observatório meteorológico da Escola Politécnica, agora também denominado Observatório Meteorológico do Infante D. Luís, porque a partir de 1856 a família real tomara o observatório sob sua proteção. O Observatório do Infante D. Luís era não só um estabelecimento da Escola Politécnica, mas também uma dependência da cadeira de Física, sendo natural que os professores responsáveis pela cadeira também assumissem a direção, permitindo ao observatório um papel em simultâneo na instrução e na investigação científica (Ferreira, 1937; Peixoto, 1987).

Representado por Fradesso da Silveira, então diretor do Observatório do Infante D. Luís, Portugal participou na fundação da Organização Meteorológica Internacional,

decidida em outubro de 1878 em Utrecht, após um primeiro congresso em 1873. O estabelecimento do Serviço de Meteorologia Internacional, centralizado no Observatório de Paris, já ocorrera antes, quando as autoridades francesas perceberam que teria sido possível prever e tomar precauções em relação a uma tempestade que causou estragos na esquadra franco-anglo-turca, em 1854, durante a guerra da Crimeia (Peixoto e Ferreira, 1986).

É também Fradesso da Silveira quem, no que à sismologia diz respeito, faz uma primeira tentativa para aquisição de um sismógrafo, em 1864, mas tal só se veio a concretizar após o abalo de 23 de abril de 1909. Em Coimbra, apesar da aquisição ser anterior, o sismógrafo de Milne instalado no Observatório Magnético e Meteorológico da Universidade de Coimbra só funcionou a partir de 1903 (Custódio, Battló, Martins, Antunes, Narciso, Carvalho, Lima, Lopes, Ribeiro, Sleeman, Alves e Gomes, 2012), no mesmo ano em que o Observatório Astronómico de Lisboa (Tapada da Ajuda) adquiriu um sismógrafo de Bosch, que nunca funcionou regularmente “por dificuldades de instalação e por falta de pessoal” (Peixoto, 1987: 230).

Entretanto, as primeiras observações sismográficas iniciaram-se em 1902, a partir de sismógrafos instalados em Ponta Delgada e na Horta. Tal como no continente, os primeiros passos já tinham sido dados no século anterior, tendo também as observações meteorológicas como ponto de partida. Perante a Sociedade de Geografia, em 9 de agosto de 1889, Albert I do Mónaco discursou em Paris, relatando com detalhe as campanhas realizadas a bordo da *Hirondelle*, no Atlântico Norte, para estudo das correntes marítimas. Estas campanhas permitiram a constatação do movimento circular da corrente oceânica do hemisfério norte e a formulação da hipótese que os movimentos circulares desta massa de água estariam associados a grandes perturbações atmosféricas. Assim, terminou a comunicação propondo uma constante observação da região atlântica ao nível de diversas especialidades científicas, incluindo a meteorologia (Tavares, 2009).

Em 1892, Albert I do Mónaco vai propor, agora na Academia de Ciências de Paris, o estabelecimento de uma série de postos de observação meteorológica. O seu plano evoluíra para uma rede de observatórios de superfície em diversas ilhas atlânticas. A falta de ligação telegráfica com o continente, não o impediu de selecionar os Açores como nó coordenador, embora reconhecesse que tal falta constituía um obstáculo. Com a instalação de um cabo submarino, esta ligação vai concretizar-se em 1893, começando os telegramas meteorológicos a chegar a Paris e a Londres. D. Carlos I assinou em 1901

a carta régia que criou o Serviço Meteorológico Internacional dos Açores, à frente do qual fica Afonso Chaves (1857-1926), que já era diretor do posto meteorológico de Ponta Delgada (mais informação biográfica no apêndice I), mas agora na dependência do Ministério do Reino (Ferreira, 1959; Martins, 1998; Tavares, 2009).

Por lei de 12 de junho de 1901 ficava então o governo autorizado a estabelecer o Serviço Meteorológico dos Açores, com uma organização independente, pelo que os postos meteorológicos de Ponta Delgada e Angra foram desanexados do Observatório do Infante D. Luís (embora mantendo a obrigação do envio dos mesmos telegramas e folhas de observações) e integrados no novo serviço com a qualificação de observatórios, aos quais se juntariam mais três (Horta, Flores e, mais um, em S. Miguel). Este novo serviço incluiria trabalhos nas áreas da “climalogia”, sismologia, previsão do tempo, magnetismo e serviço da hora (Ferreira, 1962: 13). Na sequência do sismo de Benavente que destruiu algumas povoações no continente, Afonso Chaves, o diretor do novo serviço, informava a Direção Geral de Instrução, a 10 de maio de 1909, da aquisição dos seguintes aparelhos para o estudo da sismologia: dois sismógrafos de Milne, quatro de Bosch e três sismoscópios de Cancani (Miranda, 1932b).

No continente, em janeiro de 1910, o Observatório do Infante D. Luís tornava-se a Estação central portuguesa de sismologia¹ e, no mês seguinte, já estava no observatório um sismógrafo Mainka², adquirido e oferecido pelo Conde dos Olivais e Penha Longa. O Observatório adquiriu e instalou sismoscópios de Agamennone em quatro locais da sua rede (Penhas Douradas, Évora, Lagos e Funchal) e distribuiu questionários para recolha de informações sobre sismos. Em 1913 e 1914 chegaram dois sismógrafos de Wiechert, um horizontal de 1000 kg de massa e outro vertical de 1300 kg de massa, respetivamente, mas por causa da guerra, a sua montagem só se completou em 1920. Nos Anais do Observatório estão publicadas as observações sismológicas entre 1920 e 1925 (Ferreira, 1937; Ferreira, 1962).

Os Anais do Observatório fazem parte de uma lista de oito publicações periódicas, apresentada por Ferreira (1937), mas também pode ser atribuída a pessoal do Observatório a autoria de noventa e cinco publicações não periódicas, das quais quatro³ se destacam pelo seu conteúdo relacionado com a sismologia. Duas dessas publicações são de Jaime Aurélio Wills de Araújo, sócio correspondente da Academia das Ciências de Lisboa, e as outras duas são traduções (Ferreira, 1937).

Em Coimbra, Anselmo Ferraz de Carvalho assume a Direção do Observatório Meteorológico e Magnético em 1914, mantendo-se nesta função até à criação do

Serviço Meteorológico Nacional, em 1946, que na altura recebeu o pessoal técnico dos Institutos Geofísicos, como se passaram entretanto a designar os Observatórios. Num relatório apresentado à Faculdade de Ciências, dando conta dos trinta e dois anos na direção do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, Anselmo Ferraz de Carvalho referia que pretendia elevar os trabalhos de sismologia ao nível dos que ali se realizavam nos campos do magnetismo terrestre e da meteorologia, isto apesar do pessoal do Observatório ser em número reduzido, como informou logo no início do relatório. Quanto ao equipamento, o sismoscópio Milne existente dificilmente permitia a observação das fases e não permitia a determinação dos tempos no seu início. No último trimestre de 1914 foi montado um sismógrafo de Wiechert e em janeiro de 1915 começou a publicação mensal do boletim sísmico, o que permitiu a cooperação com observatórios sismológicos estrangeiros (Carvalho, 1946).

Quanto o Instituto Geofísico do Porto, sabemos que a sua origem remonta ao Observatório Meteorológico Princesa D. Amélia, que iniciou observações em 1887 a partir da Serra do Pilar e que em 1901 viria a ser anexado à Academia Politécnica do Porto, tendo como primeiro diretor um professor da cadeira de Física, à semelhança de Lisboa. A preocupação com as observações sismológicas traduziu-se na aquisição de um sismógrafo de Agamennone em 1912, e mais tarde viria um sismógrafo de Bosch oferecido pelo Observatório Astronómico da Tapada da Ajuda. E terão sido por condições geológicas muito favoráveis para a instalação de um sismógrafo que a estação sismológica do Instituto Geofísico do Porto integrou, a partir de 1963, a *World Wide Standard Seismographic Network* (Monteiro e Soares, 2010).

Os Observatórios Meteorológicos de Lisboa e do Porto e o Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra entraram, a partir do início do século XX, em “decadência acentuada” (Peixoto e Ferreira, 1986: 281). Já em ofício de fevereiro de 1901, o Diretor-Geral da Instrução, por determinação do Ministro do Reino, Wenceslau de Lima (1858-1924), solicitava à Escola Politécnica um projeto de organização e de regulamentação dos serviços do Observatório do Infante D. Luís. O Serviço Meteorológico dos Açores fora estabelecido com “uma organização independente dos diferentes observatórios meteorológicos do Continente e sob a direção geral de um funcionário só dependente do Ministério do Reino” (Peixoto e Ferreira, 1986: 282). As atividades meteorológicas em Portugal deixaram de estar centralizadas (no Observatório Infante D. Luís) e a falta de um serviço coordenador e de pessoal com formação ao nível da geofísica foi limitando o desempenho das instituições.

Entretanto, as condições de funcionamento dos sismógrafos não permitiam o aproveitamento dos sismogramas obtidos, pelo que as *Observações Sismológicas dos Anais* do Observatório (Lisboa) não se publicaram no período de 1926-1939. Durante o ano de 1939 foi feita uma “revisão completa dos sismógrafos” e a publicação recomeçou em 1940 “passando a conter também a lista dos sismos sentidos no Continente e ilhas” (Ferreira, 1962: 20). Em janeiro de 1946 começou a publicar-se o *Bulletin séismique préliminaire de la station de Lisbonne*, destinado a fazer chegar rapidamente ao conhecimento dos interessados os resultados da análise dos sismogramas, sem terem de esperar por uma publicação anual como os *Anais*. Por força do diploma que criou o Serviço Meteorológico Nacional, as *Observações Sismológicas dos Anais* foram interrompidas e o *Bulletin séismique préliminaire* substituído pelo *Bulletin séismique* bimestral (Ferreira, 1962).

A estação sismográfica do Instituto Geofísico do Infante D. Luís foi ampliada em 1953, recebendo um sismógrafo vertical Sprengnether de curto período, destinado ao “registo de sismos próximos e das ondas longitudinais de sismos longínquos” (Ferreira, 1962: 29). A sismologia em Portugal ganhava novo fôlego, constatação que podia ser feita também pelo número superior de publicações não periódicas dedicadas ao tema⁴, do Instituto ou do pessoal do Instituto, entre 1946 e 1961, relativamente a um igual período de tempo anterior a 1946.

A institucionalização da sismologia em Portugal esteve associada aos Observatórios meteorológicos, cuja preocupação primeira era a meteorologia. No entanto, por iniciativa individual dos seus diretores, foram efetuadas diligências e as primeiras aquisições de sismógrafos, embora após o TB este esforço se tenha tornado mais formal e coletivo. Mas a falta de preparação do pessoal e a falta de coordenação entre observatórios faziam tardar a possibilidade de observações instrumentais sistemáticas e com aplicação a estudos sismológicos, em Portugal.

5.4-Da necessidade de organizar um serviço nacional de observações sismológicas

Um efeito do TB foi a nomeação de duas comissões, pelo ministro das Obras Públicas, em portarias de 27 e 29 de abril de 1909, uma relacionada com a reconstrução das povoações assoladas e a outra para o estudo científico do sismo. A primeira foi subdividida em três subcomissões, uma delas para estudar o fenómeno sísmico em

relação à região afetada. Esta comissão realizou três excursões no mês de maio, visitando as localidades mais flageladas no Ribatejo (s.a., 1910a; Choffat e Bensaúde, 1912). Quanto à segunda comissão, ela foi composta:

“[...] pelo presidente da Comissão do Serviço Geológico, conselheiro Wenceslau de Sousa Pereira Lima, presidente; do professor geólogo Paulo Choffat; do lente de Geologia e Mineralogia do Instituto Industrial e Comercial de Lisboa Alfredo Bensaúde; do lente da 4ª cadeira do Instituto de Agronomia e Veterinária, Filipe Eduardo de Almeida Figueiredo; e do diretor dos Serviços Agrológicos do Reino, Ramiro Larcher Marçal” (s.a., 1910a: 266).

Esta segunda comissão reuniu uma única vez, em 6 de maio, e contou com uma exposição de Paul Choffat, geólogo dos Serviços Geológicos, sobre a intensidade do sismo nas diferentes localidades, com base em informação fornecida nos jornais. Nesta sessão foi decidida a distribuição por todo o país de um questionário sobre os efeitos do sismo. Paul Choffat, escolhido para relator, ficou encarregue de redigir o questionário e de o submeter a aprovação dos outros membros da comissão. Entre outras, Alfredo Bensaúde ficou encarregue das observações relativas à hora dos abalos (Choffat e Bensaúde, 1912).

Pouco depois, Wenceslau de Lima foi chamado a assumir a Presidência do Conselho de Ministros, deixando a Comissão. Também Filipe Figueiredo não a vai integrar, declarando falta de tempo. Uma vez que Larcher Marçal não tinha residência em Lisboa, apenas Paul Choffat e Alfredo Bensaúde visitam as localidades sinistradas. De referir que a visita decorreu separadamente, pois nenhum meio de transporte foi colocado à disposição dos dois membros da comissão (Choffat e Bensaúde, 1912). A tarefa desta comissão ficava assim a cargo de dois vogais com ligação ao Serviço Geológico, Paul Choffat, em exercício de funções como geólogo contratado e Alfredo Bensaúde, que exercera funções entre 1883 e 1898 como petrógrafo (Choffat, 1920). A tarefa foi concluída no ano seguinte, tendo resultado no relatório que se apresentou no capítulo anterior.

A Associação dos Engenheiros Civis Portugueses já em sessão de 27 de fevereiro de 1909 decidira encarregar a 3ª e a 5ª secções de se reunirem em comissão para estudar os sismos portugueses e os meios de atenuar os estragos originados. Esta

comissão reunira três vezes antes do abalo de 23 de abril de 1909 (Choffat, 1912). Após esta data, foram nomeadas as comissões já referidas, tendo Paul Choffat integrado aquela encarregue do estudo científico do sismo. O estudo das respostas aos questionários que foram aplicados demorou perto de um ano e foi disponibilizado para impressão em junho de 1910. Mas só em novembro de 1911 é que o texto em francês foi impresso. Numa conferência proferida no mês seguinte, Paul Choffat informava a Associação dos Engenheiros Cívicos Portugueses que a edição portuguesa não fora ainda impressa e lamentava que a lei impusesse então o recurso à Imprensa Nacional, sobrecarregada de trabalho e tivesse suprimido a imprensa da Academia das Ciências de Lisboa, situação que considerava prejudicial para os autores de publicações científicas (Choffat, 1912). A edição portuguesa acabou por ser publicada apenas em 1912.

Entretanto, e graças à única estação sismográfica a funcionar no território continental⁵, instalada no Observatório Magnético-Meteorológico da Universidade de Coimbra, foi possível haver um sismograma português do terramoto de 23 de abril de 1909. O aparelho que elaborou o registo era um pêndulo horizontal de Milne, o mesmo tipo de aparelho que era utilizado em Inglaterra e no Japão. Mesmo assim, a Direção Geral da Instrução Secundária, Superior e Especial dirigiu-se ao Observatório Magnético-Meteorológico de Coimbra, ao Real Observatório Astronómico de Lisboa, ao Observatório do Infante D. Luís, ao Serviço Central da Associação Internacional Sismológica, solicitando “informações e conselhos sobre o que já existia ou convinha estabelecer neste ramo de observações e estudos” (s.a, 1910b: 622). As respostas recebidas foram publicadas no *Diário do Governo* (ver tabela 5.1, no final da secção).

Em dezembro de 1909, por ocasião do envio para publicação dos documentos anteriores, a Direção Geral dirige-se por telegrama aos observatórios meteorológicos de Lisboa, Porto e Coimbra, solicitando novos documentos sobre a instalação dos serviços sismológicos, cuja publicação as respetivas direções considerassem pertinentes. Também estas respostas (ver tabela 5.2) vão ser publicadas no mesmo diploma legal (*Apêndice ao Diário do Governo*, nº495) que as anteriores, incluídas num conjunto de documentos com a designação de “Organização dos serviços sismológicos em Portugal (Documentos para o respetivo estudo preparatório)”. Só um pouco mais tarde surgiu o parecer da direção do observatório meteorológico da Princesa D. Amélia (Porto), defendendo uma estação central de primeira ordem, em Lisboa, três estações de segunda ordem, no Porto, Coimbra e Lagos ou Faro, e estações de terceira ordem nos postos meteorológicos do reino (s.a., 1910b).

A disparidade das propostas apresentadas nas respostas à circular da Direção Geral da Instrução Secundária, Superior e Especial, dadas de forma isolada, terá motivado a publicação de uma portaria em 3 de dezembro de 1909, em que o Príncipe determinava que “na primeira quinzena do mês de janeiro próximo futuro se reúna em Lisboa uma conferência”, à qual incumbirá apresentar parecer sobre o plano da organização do serviço de observações sismológicas em Portugal “compreendendo a distribuição dos postos principais e secundários, e a escolha dos tipos de instrumentos para uns e outros” (*Apêndice ao Diário do Governo*, nº495 - 1909, p.470). Na referida conferência deveriam tomar parte:

“o conselheiro diretor geral da Instrução Secundaria, Superior e Especial, os diretores efetivos dos observatórios ou serviços meteorológicos de Lisboa, Porto, Coimbra e Açores, o diretor do real observatório astronómico de Lisboa e os vogais da comissão nomeada por portaria do Ministério das Obras Públicas, de 27 de abril último, para estudar o fenómeno sísmico que ultimamente se sentiu no país, dr. Alfredo Bensaúde e Paul Choffat” (*Apêndice ao Diário do Governo*, nº495 - 1909, p.470).

Assinava o decreto Wenceslau de Lima.

Nas reuniões que tiveram lugar nos dias 18, 19 e 20 de janeiro de 1910, os conferencistas ocuparam-se “da escolha dos locais para observatórios e postos sísmicos, da escolha de instrumentos, da transmissão da hora a alguns postos, da impressão de questionários, prontos para serem enviados [...], e da tradução do *Guia para a observação dos tremores de terra*, publicado pela Associação Internacional de Sismologia” (Choffat e Bensaúde, 1912: 6-7). Como já referido, o grupo de conferencistas determinou que o Observatório do Infante D. Luís se tornasse na Estação central portuguesa de sismologia e apesar de algum avanço posterior nas questões instrumentais, os problemas da instalação de uma rede sismológica e da formação físico-matemática do pessoal continuavam por resolver, o que poderá explicar que o trabalho deste grupo, que integrou os dois geólogos nomeados para o estudo científico do TB, tenha sido colocado em questão nas décadas seguintes.

TABELA 5.1. Respostas à circular dirigida pela Direção Geral da Instrução Secundária, Superior e Especial, em 27 de abril de 1909, aos diretores das instituições interessadas na organização dos serviços sismológicos em Portugal. Extraído do *Apêndice ao Diário do Governo*, nº495 (1909: 451-456).

Instituição	Ponto da situação	Proposta	Observações
Observatório Magnético-Meteorológico da Universidade (por António Viegas, em 30 de abril de 1909)	Aquisição de um sismógrafo em 1900 (pêndulo horizontal de Milne), que começou a funcionar no ano de 1904.	Uma estação no centro do país, que poderia ser em Coimbra, e duas nos extremos norte e sul, “seria o bastante; podendo ainda estabelecer-se outra em Lisboa, atendendo [...] à natureza particular do solo de Lisboa, que é sujeito a frequentes abalos sísmicos”.	---
Real Observatório Astronómico de Lisboa (por Cesar Rodrigues, em 30 de abril de 1909)	Aquisição de um tromometro de Bosch, sistema de Milne e Omori, em 1904, que nunca funcionou.	Solicitação de verba para a instalação subterrânea dos sismógrafos.	---
Observatório do Infante D. Luís (por Pina Vidal, em 5 de maio de 1909)	Não possui sismógrafo.	Aquisição de um sismógrafo de Milne. Conveniência de dotar a Serra da Estrela, Évora, Lagos e Funchal com um aparelho sismológico de modelo idêntico.	---
Serviço Meteorológico dos Açores (por Afonso Chaves, em 10 de maio de 1909)	Aquisição em 1901 de dois sismógrafos fotográficos de Milne, quatro de Bosch (modelo de Estrasburgo) e três sismoscópios de Cancani. O sismógrafo de Ponta Delgada funciona “sempre bem” desde dezembro de 1902, sendo os resultados das observações publicados semestralmente nos boletins da comissão sismológica da Associação Britânica para o Avanço da Ciência. O sismógrafo da Horta só funcionou durante ano e meio.	A fixação do número e qualidade das estações sísmicas do país deve aguardar as resoluções da conferência sismológica de Zermatt, a realizar em setembro.	A proposta de Afonso Chaves é de 26 de junho de 1909, pois solicitou primeiro autorização para manifestar as suas ideias sobre a organização do serviço sismológico em Portugal.

TABELA 5.1. Respostas à circular (continuação).

Instituição	Ponto da situação	Proposta	Observações
Repartição central da Associação Internacional Sismológica (por C. Mainka, em 3 de junho de 1909)		As localizações Lisboa, Coimbra e Faro são suficientes. Recomendação para a aquisição do pêndulo bifilar cónico que a casa J. & A. Bosch, de Estrasburgo, construiu “segundo as minhas indicações”. Um pêndulo grande para Lisboa e um pequeno para Coimbra e Faro.	Em 22 de junho de 1909 chega nova carta desta repartição, mas agora escrita pelo próprio diretor, aprovando as informações fornecidas na sua ausência por um assistente. Acrescenta outras sugestões para a aquisição de pêndulos ou, em alternativa, recorrer a um mecânico hábil para, mediante instruções impressas, montar um aparelho sísmico de grande sensibilidade. Lembra ainda da necessidade de organizar um serviço de observações macrosísmicas abrangendo todo o território nacional, pelo que envia um questionário e um guia francês para observação dos tremores de terra.

TABELA 5.2. Novos documentos relativos à instalação dos serviços sismológicos em Portugal. Extraído do *Apêndice ao Diário do Governo*, nº495 (1909: 467-470).

Documento	Sugestões relativas à organização dos serviços sismológicos	Observações
Carta do Observatório Magnético-Meteorológico da Universidade (por António Viegas, em 2 de dezembro de 1909)	Insiste em não haver necessidade “de multiplicar as estações sismológicas em continente tão pequeno”, bastando duas estações de 1ª ordem (Coimbra e Lisboa) e uma de 2ª ordem (Porto), pela importância desta cidade, pois a localização central de Coimbra “dispensava a do Porto”. Em termos de organização geral, sugere que as diferentes estações se mantenham autónomas (para “evitar rivalidades de subordinação”), apenas com a obrigação de comunicarem entre si os resultados das observações.	---
Nota do Observatório do Infante D. Luís (por Pina Vidal, em 6 de dezembro de 1909)	O Observatório do Infante D. Luís informa procurar organizar: 1º Uma estação principal no local em que for instalado o novo pavilhão magnético; 2º Estações secundárias nos postos da Serra da Estrela, de Évora, Lagos ou Faro, Funchal e no Observatório do Infante D. Luís; 3º Estações de terceira ordem, nos postos de Montalegre, Moncorvo, Guarda, Campo Maior, Sintra, Beja e Lagos ou Faro. Quanto à aquisição de aparelhos, acrescenta a nota, o Observatório encomendou sete sismoscópios de Agamennone (para estações de terceira ordem), estando já um instalado, que permite apenas o registo do momento em que ocorre o tremor de terra. Para a aquisição de aparelhos que produzam sismogramas, a escolha será feita com os diretores das outras estações sismológicas do país, para que haja a conveniente “uniformidade”.	Acompanham a nota produzida por este observatório cópias das cartas recebidas dos professores Rudolph, Agamennone e Vicentini, consultados por Pina Vidal. O primeiro lembra a necessidade de um aparelho que registre a componente horizontal do movimento sísmico e outro para a componente vertical, indicando que o pêndulo de Wiechert é considerado como o melhor. O segundo descreve o equipamento existente no Observatório que dirige, em Itália, e informa que um dos sismoscópios mais conhecido é o seu próprio sismoscópio elétrico de duplo efeito, muito sensível e com um preço moderado. O terceiro também descreve as vantagens do seu próprio aparelho, um sismoscópio registador.

5.5-Duas importantes iniciativas não oficiais de organizar a Geofísica: uma revista e um serviço

As respostas à solicitação do Diretor Geral da Instrução Secundária, Superior e Especial, na sequência do TB, foram publicadas no *Apêndice ao Diário do Governo*, uma publicidade considerada “escassa” pela *Revista de Obras Públicas e Minas* que, numa secção intitulada “Crónica”, resolve dar eco destes “sinais de investigação sismológica” (s.a., 1910b: 628). A Associação dos Engenheiros Cíveis Portugueses utilizava então a sua publicação periódica para destacar uma iniciativa (oficial) de organização do serviço sismológico em Portugal, revelando o interesse que os engenheiros dedicavam ao tema. Na década de 30 do século passado, duas outras iniciativas (não oficiais), que apresentaremos de seguida, merecem destaque pela atenção dada à organização da sismologia: a revista *A Terra* e a Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal.

O sucesso da iniciativa oficial de organização do serviço sismológico, na sequência do TB, foi relativo, de tal modo que mais de vinte anos depois, as respostas à Circular da Direção Geral da Instrução Secundária foram alvo da crítica do diretor da revista *A Terra*⁶. Raul de Miranda argumentava, a propósito da opinião do diretor do Observatório de Coimbra de estabelecer no país um reduzido número de estações sísmicas (Coimbra e Lisboa, eventualmente no Porto), que para se conhecer e estudar a sismicidade de um país são de tanta importância os tremores fortes como os fracos, e estes, pela reduzida intensidade produzida, poderiam estar fora do alcance dos sismógrafos instalados em Lisboa, Porto e Coimbra. Também a sugestão de se instalarem sismógrafos nos postos meteorológicos, apresentada pelo Diretor do Observatório Infante D. Luís, foi alvo de crítica por Raul de Miranda, argumentando implicar uma “distribuição *ad hoc*” e “sem atender à localização dos mesmos aparelhos em correspondência com a capacidade sísmica das diferentes zonas do país” (Miranda, 1932b: 29). Esta sugestão levaria a que muitos sismógrafos se situassem em regiões assísmicas, situação que Raul de Miranda classifica de “incompreensível”.

Não existiam então, no continente, nem “técnicos de sismologia” nem “pessoas dadas a esse género de estudos” (Miranda, 1932b: 28), uma lamentação de Raul de Miranda que pode ser entendida como um apelo à necessária formação em Física e Matemática para a utilização dos instrumentos sismográficos e para a interpretação dos sismogramas. Para além de diretor da revista, o então assistente de Geografia Física e

Física do Globo da Universidade de Coimbra não reconhecia conhecimentos profundos em sismologia a quem estava “à frente dos observatórios” e também lamentava que se tivesse perdido a oportunidade de estabelecer uma rede sísmica no continente e beneficiar a sismologia portuguesa.

Na edição seguinte da revista *A Terra*, Ramos da Costa apoiou as críticas de Raul de Miranda, confirmando o pouco interesse das estações oficiais pelo estudo da sismologia, não sendo o caso do Observatório da Marinha pois, na época do sismo de Benavente, se construía, na própria oficina deste Observatório, um aparelho auxiliar para os sismógrafos, denominado “Transformador electro-automático de velocidade” (Costa, 1932: 10). Devido a uma muito maior velocidade do cilindro, este aparelho não só permitia obter a evolução do sismo de forma mais detalhada, como uma grande economia de fita registadora. O interesse do Observatório da Marinha pelo estudo da sismologia ainda ia mais longe pois, nessa altura, efetuavam-se observações heliográficas, uma vez que havia da parte de Ramos da Costa a presunção da “influência da atividade solar como causa primária para provocar os abalos sísmicos” (Costa, 1932: 12). Por falta de instalações, um sismógrafo Mainka oferecido ao almirante Campos Rodrigues foi cedido pelo Observatório da Marinha ao Observatório meteorológico do Infante D. Luís. Na época em que a revista foi publicada, eram o sismógrafo Mainka e dois Wiecherts que trabalhariam no Observatório meteorológico do Infante D. Luís, um deles com um espelho inventado pelo próprio Campos Rodrigues para ampliação do movimento das penas (Costa, 1932).

Numa outra edição da revista *A Terra*, Raul de Miranda realçava que era o próprio objeto de estudo da sismologia a estimular o seu desenvolvimento:

“[...] a sismicidade portuguesa está ainda longe de ser bem conhecida, precisamente porque a ciência sismológica em Portugal tem sido uma ciência de solavancos, crescendo somente de interesse quando um sismo forte estremece o país, como sucedeu principalmente com o tremor de Benavente ainda na memória de todos” (Miranda, 1933c: 3).

Raul de Miranda baseava-se num conceito antigo de que “o que treme, tremerá” (Miranda, 1933a: 9) e lamentava que a tentativa de organização do serviço sismológico em Portugal, na sequência do sismo de Benavente, não tivesse tido sucesso. Ele receava mesmo que só um fenómeno catastrófico ainda mais intenso pudesse vencer a inércia

que impedia até então o estabelecimento da rede sísmica no continente português (Miranda, 1932b). Embora após o sismo de 1909 se tenha juntado à estação sismográfica de Coimbra na possibilidade de observação instrumental de sismos a estação de Lisboa (com um sismógrafo Mainka, em 1910), só em conjugação com algumas estações sismográficas espanholas era possível “ensaiar a determinação de alguns epicentros e de outros parâmetros instrumentais (Moreira, 1991: 8). A estação do Porto só se juntou à rede em 1929. E foi novamente um sismo, o de 28 de fevereiro de 1969⁷, que levou o Serviço Meteorológico Nacional a finalmente instalar uma rede analógica, constituída por nove estações e complementando a já existente de três estações (Coimbra, Lisboa e Porto), passando assim a monitorização a ser feita no continente através do conjunto das doze estações. Mesmo revelando depois pouca eficácia, existia então uma rede que tornava possível o estudo instrumental da sismicidade do território português (Senos e Carrilho, 2003).

Uma outra iniciativa de organização da geofísica em Portugal, que partiu da própria revista *A Terra*, foi a fundação da Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal. Este serviço tinha os seguintes fins: a) trabalhos de investigação; b) melhoramento dos serviços meteorológicos e geofísicos no país e por isso melhor apetrechamento dos observatórios; c) conferências de cultura; d) edição de livros e folhetos de vulgarização; e) aplicação prática da meteorologia e climatologia do país à agricultura, terapêutica e turismo (Miranda, 1933a: 31). A sede oficial da Sociedade era em Coimbra, funcionando provisoriamente o Secretariado Geral na Redação da Revista. A Sociedade também tinha núcleos no Porto, Coimbra e Lisboa. Possuía quatro categorias de sócios: honorários, efetivos, correspondentes e auxiliares, pertencendo a esta última categoria todos os indivíduos nacionais ou estrangeiros, que não podendo inscrever-se em nenhuma das outras, auxiliassem monetariamente a Sociedade. O presidente honorário era Anselmo Ferraz de Carvalho, tendo iniciado os trabalhos da Sociedade com uma conferência intitulada «O estudo da alta atmosfera em relação com as Auroras boreais». A Direção da Sociedade era constituída por Augusto Ramos da Costa (Presidente), António Gião (Vice-presidente) e Raúl de Miranda (Secretário Geral), os dois primeiros colaboradores e o último diretor da própria revista que contribuíra para a fundação da Sociedade (Miranda, 1933a).

Nesse mesmo ano (1933), entre 14 e 24 de setembro, em Lisboa, e a 25 de setembro, em Coimbra, decorreu a quinta assembleia geral da União Internacional Geodésica e Geofísica, tendo a revista *A Terra* publicado o respetivo programa e os

nomes dos membros das comissões portuguesas. Os elementos que integraram a comissão diretora da Secção Nacional da Associação de Sismologia foram Anselmo Ferraz de Carvalho, como Presidente, José Agostinho, como vice-presidente e o próprio Raul de Miranda, como secretário, para além de Cirilo Soares e Óscar Saturnino, da Universidade de Lisboa e da Universidade do Porto, respetivamente (s.a., 1933).

De referir que o delegado do Governo Português na secção sismológica da União Internacional Geodésica e Geofísica, Anselmo Ferraz de Carvalho, também Diretor do Instituto Geofísico de Coimbra, foi autor de um estudo dos tremores de terra publicado em 1925 (Carvalho, 1925), no qual constatava a necessidade de avaliar a intensidade dos sismos, o que podia ser feito com recurso a questionários:

“A ativíssima Sociedade Sismológica da América propôs há pouco um novo questionário meticolosamente estudado, que procuraremos adaptar às nossas diversas condições e que faremos espalhar largamente nas regiões sísmicas portuguesas” (Carvalho, 1925: 21).

E propósito de intensidade sísmica e das regiões sísmicas portuguesas, Raul de Miranda chamava a atenção para a necessária defesa anti-sísmica, em especial de Lisboa, considerando que, por se ter tornado um aglomerado urbano de maior “extensão”, os efeitos seriam ainda de maior “magnitude” (Miranda, 1934: 20) do que no século XVIII. A constituição de um Instituto Nacional de Geofísica permitiria “aprovar as plantas dos edificios a construir em zonas sísmicas e orientar os construtores no que diz respeito às regras a estabelecer e aos materiais de construção a empregar” (Miranda, 1934: 22). Não sabemos se motivado pelo apelo de Raul de Miranda, mas em 6 de julho de 1935, o Ministro das Obras Públicas e Comunicações de então, o Engenheiro Duarte Pacheco, fez publicar no *Diário do Governo* uma portaria que encarregou o também Engenheiro Manuel António Vassalo e Silva de “estudar no distrito de Ponta Delgada os tipos de construção anti-sísmica que deverão ser empregados no referido distrito” (Miranda, 1935: 2).

Um serviço de geofísica que desempenhasse a “função coordenadora e orientadora” (Miranda, 1934: 18; Miranda, 1942: 122) de trabalhos, para além do ramo da sismologia, nos ramos da meteorologia, da eletricidade atmosférica e telúrica, da climatologia, da gravimetria e do magnetismo, era uma necessidade que o diretor de *A Terra* não deixou de realçar na revista. No que diz respeito à organização da sismologia,

Raul de Miranda revelava já ter ideias concretas ainda antes da publicação da revista, que resumia do seguinte modo:

“A organização dos nossos serviços deve constituir uma unidade independente, com três missões a desempenhar: o estudo exato da sismicidade do nosso país, ilhas adjacentes e domínios, a investigação científica pura com a publicação de boletins e memórias originais e a superintendência na arte de construir, nas regiões sísmicas de Portugal, ilhas e colónias” (Miranda, 1930: 55).

O desejado serviço sismológico nacional, para além da parte instrumental da sismologia, deveria compreender, sugeria posteriormente Raul de Miranda, os serviços “macrossísmico” e “anti-sísmico”. O Ministério da Educação Nacional e do Interior seria chamado a coadjuvar, de modo a que os professores primários e as autoridades distritais, concelhias e de freguesias, pudessem desenvolver “larga propaganda”, em todo o país mas, em especial, nas regiões sísmicas. Esta propaganda seria feita por “meio de boletins e distribuição gratuita de folhetos elucidativos” (Miranda, 1942: 123), para esclarecimento sobre o auxílio “que todos poderão prestar à Sismologia portuguesa, no que diz respeito ao preenchimento de questionários, aquando da observação dos efeitos dos tremores” (Miranda, 1942: 124). Uma aposta na via não instrumental que complementaria a via instrumental.

Esta sugestão de apelo à participação da população era feita em 1942, num volume da *Biblioteca Cosmos* (que tivemos em conta no capítulo 2), dedicado à sismologia. E sobre a via instrumental, Raul de Miranda referia oportunamente que, ao contrário de outros países de sismicidade conhecida onde se constituíam redes de estações sísmicas em número conveniente para permitir “o reconhecimento sismotectónico do país” e poder dar garantias na “defesa anti-sísmica a aconselhar”, em Portugal as estações sísmicas eram em número insuficiente e “mal apetrechadas” (Miranda, 1942: 121). E especificou que só Coimbra, Lisboa e Porto possuíam sismógrafos, embora o do Porto não permitisse a inscrição do abalo nem cálculos exactos. Raul de Miranda considerava necessário assim estender a rede de estações sísmicas a todo o continente português, sugerindo a aquisição de dez sismógrafos, cujo preço afirmava não ser inacessível, e a instalação de novos aparelhos nas regiões

sísmicas, como o Algarve, o Alentejo e o Minho, de modo “a não deixar que pelas suas malhas se escape o mais ligeiro tremor sucedido” (Miranda, 1942: 121-122).

Apesar da tentativa de organização do serviço de observações sismológicas por parte das autoridades após o TB, a criação de um serviço nacional de Geofísica, considerado de “imperiosa urgência” (Miranda, 1934: 18), só se concretizou em 1946 e uma rede de estações sismográficas que abrangesse todo o território continental só foi mesmo concretizada após o sismo de 28 de fevereiro de 1969. Podemos assim concluir do atraso de uma resposta eficaz, embora não tenham faltado contributos não oficiais, como os que foram agora descritos, com uma revista e um serviço a serem usados como vias de pressão para que as autoridades dotassem o país da necessária organização e capacidade para a investigação sismológica.

5.6-A profissionalização das ciências geofísicas em Portugal

“Atendendo à necessidade de preparar pessoal técnico para os serviços meteorológicos e geofísicos nacionais [...]”. É assim que se inicia o Decreto-Lei nº35850, de 6 de setembro de 1946, o diploma legal que criou o curso de Ciências Geofísicas em Portugal. O atraso nos vários domínios das ciências geofísicas refletia-se ao nível da segurança da navegação marítima e da aviação civil. A necessária proteção meteorológica trazia exigências que os serviços meteorológicos do estado⁸ não podiam satisfazer, dada a falta de profissionais com preparação universitária adequada. As companhias estrangeiras de transportes aéreos mantinham na metrópole serviços meteorológicos próprios, o que revelava a falta de confiança a nível internacional na proteção meteorológica proporcionada pelas instituições nacionais (Ferreira, 1962; Peixoto e Ferreira, 1986).

Em 1937 assumia a direção do Observatório Meteorológico do Infante D. Luís Herculano Amorim Ferreira (1895-1974), professor catedrático de Física da Faculdade de Ciências, também sócio efetivo e mais tarde Presidente da Academia das Ciências (ver mais informação biográfica no apêndice I). E foi na qualidade de diretor do Observatório do Infante D. Luís que Amorim Ferreira, com base em resoluções da Organização Meteorológica Internacional, redigiu um conjunto de instruções técnicas que passaram a vigorar, a partir de 1 de janeiro de 1938, nas estações meteorológicas subordinadas ou tecnicamente associadas ao Observatório (Ferreira, 1940). Embora sem

nenhuma instrução específica no âmbito das observações sismológicas, este documento visava uma uniformização de procedimentos, em especial ao nível do serviço dos observadores, que consideramos relevante no âmbito da geofísica instrumental.

A instituição da profissão de Meteorologista e de Geofísico foi um objetivo que Amorim Ferreira tentou atingir quando, em 1938, na qualidade de secretário da Junta dos Serviços Meteorológicos do Ministério da Educação Nacional, enviou um ofício ao Diretor-Geral do Ensino Superior a solicitar que, numa próxima reorganização do ensino superior, se estabelecesse “o ensino da Meteorologia com caráter universitário” destinado “à preparação de meteorologistas para os serviços do estado e outros” (Peixoto, 1987: 239)⁹. No mesmo ofício, Amorim Ferreira considerava também necessário “ampliar na Faculdade de Ciências, o estudo dos outros ramos da Geofísica, Sismologia, Magnetismo Terrestre, Eletricidade Atmosférica, Vulcanologia e Oceanografia Física” (Peixoto, 1987: 239), de modo a colmatar o já referido atraso nos vários domínios da geofísica.

Mas só em 2 de maio de 1945, por portaria da Presidência do Conselho, foi nomeada uma comissão de representantes, dos vários Ministérios interessados, para estudar e propor as medidas destinadas a coordenar e desenvolver os serviços meteorológicos. Sobre as bases apresentadas pela comissão foi decretada em 1946 a reorganização dos serviços de meteorologia e geofísica do Estado no território nacional. O Decreto-Lei nº35836, de 29 de agosto de 1946 criou o Serviço Meteorológico Nacional (SMN), que teve Amorim Ferreira como primeiro diretor-geral, mas mantendo o cargo de diretor do Instituto Geofísico Infante D. Luís até 1964. Todos os serviços meteorológicos então existentes foram incorporados num único serviço, que passaria a contar com profissionais científicos, com formação universitária especializada, para dirigir e executar as atividades meteorológicas e geofísicas em Portugal, incluindo a representação do país em organizações e conferências internacionais de caráter meteorológico e geofísico (Ferreira, 1962; Peixoto e Ferreira, 1986; Peixoto, 1987).

Para a formação destes profissionais foi expedido um segundo diploma, o Decreto-Lei nº35850, de 6 de setembro de 1946, que, no artigo 3º, instituiu a Licenciatura em Ciências Geofísicas, com duração mínima de oito semestres, e, no artigo 4º, determinava que os Observatórios Meteorológicos de Lisboa e do Porto se passariam a denominar, à semelhança do que já acontecia em Coimbra, Institutos Geofísicos, sendo considerados estabelecimentos universitários anexos às respetivas Faculdades de Ciências. Estes três institutos gozariam de autonomia administrativa

análoga à das Faculdades para o exercício das suas funções, ao nível do ensino e investigação e como observatórios do SMN. Cada uma das faculdades de ciências (Lisboa, Porto e Coimbra), através do seu observatório (instituto geofísico), passou então a ter a seu cargo não só o ensino a nível superior das Ciências Geofísicas e a formação académica dos profissionais (meteorologistas, geofísicos, hidrologistas, oceanógrafos, etc.), como a execução dos trabalhos à responsabilidade dos serviços de meteorologia e geofísica do Estado (Ferreira, 1962; Peixoto e Ferreira, 1986; Peixoto, 1987).

Para a obtenção do grau de licenciado em Ciências Geofísicas, o referido artigo 3º indicava as disciplinas que era necessário frequentar (sendo necessária a aprovação em todas), distribuídas anualmente do modo que se apresenta na tabela 5.3 (no fim da secção). Uma “forte componente” em Física e Matemática já fora referido por Peixoto e Ferreira (1986: 283) a propósito deste plano de estudos, por incluir cadeiras de Física ampliadas e as principais cadeiras da licenciatura em Matemática, e constatamos que efetivamente onze disciplinas (num total de dezassete) que o integram podem ser consideradas na área da Física e da Matemática. E verificamos que sete destas estão envolvidas em precedências necessárias para inscrição nas disciplinas de Meteorologia e Geofísica, duas disciplinas do quarto e último ano. Tendo em atenção as precedências e uma vez que o diploma legal previa a realização de trabalhos práticos, a Meteorologia e a Geofísica assumem assim principal destaque na formação do profissional em ciências geofísicas.

O referido Decreto que instituiu a primeira Licenciatura em Ciências Geofísicas determinava ainda que os trabalhos práticos previstos para as disciplinas de Meteorologia e Geofísica deveriam realizar-se no Instituto Geofísico, anexo à Faculdade, sendo o professor coadjuvado pelo pessoal técnico do Instituto (artigo 1º). O diploma determina que estivessem no quadro do SMN os meteorologistas, observadores e ajudantes de meteorologista colocados nos institutos geofísicos (artigo 5º) e que a regência das disciplinas de Meteorologia e de Geofísica poderia ser confiada a esses funcionários técnicos (artigo 6º). O próprio Amorim Ferreira foi o primeiro titular das cadeiras de Meteorologia e de Geofísica na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (Peixoto e Ferreira, 1986).

Este plano de estudos privilegiava a Meteorologia relativamente às demais áreas da Geofísica, como se pode concluir a partir da designação do curso e do facto da disciplina Meteorologia ter, no plano, um estatuto semelhante ao da Geofísica, ou seja,

constituir uma disciplina independente. Esta orientação era consistente com o que determinava o Decreto (artigo 5º) como pessoal técnico dos institutos geofísicos: meteorologistas. A Sismologia só por si não tinha ainda, portanto, um estatuto de disciplina, como veio a acontecer mais tarde¹⁰. De qualquer modo, tinha sido definida superiormente, pela primeira vez, a formação necessária para a execução de tarefas específicas na área da geofísica (e, portanto, da sismologia).

A propósito das funções ao nível do ensino do Instituto Geofísico do Infante D. Luís, por ocasião do 75º aniversário da Faculdade de Ciências, Peixoto (1987: 240) descrevia:

“realizaram-se ali as aulas teóricas e os trabalhos práticos das cadeiras de Meteorologia e Geofísica da Faculdade; organizou estágios para os meteorologistas do SMN e para outro pessoal técnico do SMN e de outras instituições; organizou estágios e especialização em climatologia, em radiação solar e em sismologia; participou ativamente em conferências científicas e técnicas, como se infere das suas publicações; deu cursos de atualização a professores do Liceu” (Peixoto, 1987: 240).

Peixoto (1987) considerava ainda o SMN (e o Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica que lhe sucedeu), para além do ensino, como o maior empregador de físicos em Portugal. E a propósito da profissão de sismologista, em particular, Antunes (1950), ele próprio meteorologista e geofísico, descrevia que os estagiários recebidos na estação sismológica de Lisboa consideravam “espinhosa” a missão do encarregado de uma estação sismológica e que tal se devia à análise de um sismo assemelhar-se muito “à resolução de um enigma” (Antunes, 1950: 52). Mesmo assim considerava que não era razão para um “inexperiente” não realizar “obra útil” rapidamente, entendendo por “obra útil” a colaboração que se impunha entre encarregados de estações sísmicas, como se de uma equipa tratasse. E reforçou esta ideia lembrando que cada estação sísmica era “um elemento para o estudo da parte sólida o Globo” (Antunes, 1950: 51). Assim sendo, Antunes (1950) alertou os “interessados” para a necessidade de analisar os sismos rigorosamente e de modo completo, registando toda essa informação em boletins que deviam ser expedidos para as entidades interessadas, nacionais e estrangeiras.

Podemos concluir que foram requisitos de segurança da navegação marítima e da aviação civil que conduziram à criação do Serviço Meteorológico Nacional e à instituição da licenciatura em ciências geofísicas, em 1946, embora estes desenvolvimentos já fossem reclamados, por quem se interessava pela sismologia, em especial após 1909. Esta licenciatura, apesar de não apresentar no seu plano de curso uma disciplina especificamente dedicada à sismologia, apresentava uma forte componente física e matemática, um requisito indispensável para a formação de um sismólogo. Os institutos geofísicos desempenharam então um papel relevante ao nível da formação dos futuros profissionais em ciências geofísicas, cabendo-lhes ainda a execução dos trabalhos do Estado nesta área.

TABELA 5.3. Disciplinas da primeira licenciatura em Ciências Geofísicas. Extraído do Decreto-Lei nº35850, de 6 de setembro de 1946.

Ano	Disciplinas	Precedências
1º	Matemáticas Gerais (ou Álgebra Superior, Geometria Analítica e Trigonometria Esférica)	De aprovação obrigatória para inscrição nas disciplinas de Mecânica Física, Termodinâmica, Eletricidade e Ótica.
	Curso Geral de Física	
	Curso Geral de Mineralogia e Geologia	---
	Desenho de Máquinas	---
2º	Cálculo Infinitesimal	---
	Mecânica Física	Necessária aprovação em Matemáticas Gerais e no Curso Geral de Física.
	Termodinâmica	De aprovação obrigatória para inscrição nas disciplinas de Meteorologia e Geofísica.
	Curso Geral de Química	---
	Desenho topográfico e cartográfico	---
3º	Análise Superior	---
	Cálculo das Probabilidades	---
	Mecânica Racional	De aprovação obrigatória para inscrição nas disciplinas de Meteorologia e Geofísica.
	Eletricidade	Necessária aprovação em Matemáticas Gerais e no Curso Geral de Física. De aprovação obrigatória para inscrição nas disciplinas de Meteorologia e Geofísica.
4º	Física Matemática	---
	Ótica	Necessária aprovação em Matemáticas Gerais e no Curso Geral de Física
	Meteorologia	Necessária aprovação em Mecânica Racional, Mecânica Física, Termodinâmica e Eletricidade
	Geofísica	

5.7-A erupção dos Capelinhos: acontecimento sísmico e vulcânico monitorizado pelos serviços geofísicos de Portugal

No final da década de 50 do século XX ocorreu, no território nacional, um acontecimento significativo no domínio da geofísica: a erupção dos Capelinhos, nos Açores. Já sabemos que a sismicidade dos Açores, analisada no capítulo 1, caracteriza-se por acontecimentos associados à atividade vulcânica¹¹ e que, em 1946, foram formalmente criadas as condições para a organização institucional de um serviço nacional de geofísica e para que esse serviço viesse a dispor de profissionais com a necessária formação científica¹². Como responderam então as autoridades a este novo acontecimento sísmico e vulcânico que afetou o território nacional? Antes de procurar responder a esta questão, apresentaremos algumas breves considerações sobre a ciência dos sismos nos Açores.

À sismicidade dos Açores ficou inicialmente associado o nome de Gaspar Frutuoso (ver capítulo 1), que em “Saudades da Terra” aborda as causas das erupções e dos sismos associados (quarto volume da versão de 1963 do Instituto Cultural de Ponta Delgada). Para este cronista quinhentista, o basalto expulso do centro da terra pelas erupções vulcânicas, em diferentes momentos e ao longo do tempo, foi o processo recorrente que esteve na origem e alargamento das ilhas dos Açores. Para as populações, as erupções e os terremotos eram geralmente considerados como castigos divinos, sendo frequente Frutuoso fazer menção a “procissões, orações, confissões e outras formas de mostrar arrependimento pelos pecados cometidos” (Pinto, 2003: 223).

Na sequência do “grande e furioso tremor ou terramoto da terra” (Frutuoso, 2005: 279) que aconteceu em Vila Franca do Campo, na ilha de S. Miguel, Gaspar Frutuoso distinguia:

“Deus, que é causa primeira de que tudo depende, quando por seus justos e ocultos e às vezes manifestos juízos, quer castigar algumas das criaturas que ele criou, toma por instrumentos as causas segundas, que são os elementos [...]” (Frutuoso, 2005: 279).

Apesar desta explicação de natureza essencialmente religiosa que, como sabemos, também foi comum no continente, na época do GTL, as causas imediatas dos terremotos podiam ser encontradas na natureza. O sismo de 1522 (ver capítulo 1) não esteve

associado a qualquer erupção, tendo sido causado, segundo Frutuoso, pelo vento e por espíritos. Uma erupção ocorreria quando determinados minerais, presentes em cavidades subterrâneas, fossem inflamados pelo vento, por espíritos ou por uma exalação (Pinto, 2003).

Mas se os acontecimentos sísmicos e vulcânicos dos Açores já no século XVI despertavam a curiosidade e a procura da sua compreensão, no final do século XIX, num ensaio crítico sobre a bibliografia geológica dos Açores, Eugénio Canto e Castro, membro da Sociedade Mineralógica de França e Reitor do Liceu de Ponta Delgada, testemunhava o atraso na aplicação da ciência dos sismos, e das ciências geofísicas em geral, ao contexto açoriano:

“Os elementos para a Historia do vulcanismo michaelense acham-se dispersos por um grande número de relações, de crónicas, e de notícias pertencentes, na quase totalidade, aos séculos XVI e XVII. Seria muito para desejar que alguém se abalancasse a sistematizar todos esses elementos em harmonia com os modernos progressos da Sismologia, da ciência dos vulcões e da meteorologia endogénica [...]” (Castro, 1893: 74).

Sabemos já que as observações sismológicas com recurso a instrumentação se iniciaram nos Açores, pelo respetivo Serviço Meteorológico dirigido então por Afonso Chaves, no início do século XX, mas foi só na década de 50 que um novo acontecimento, ocorrido em território insular, colocou à prova uma recentemente organizada e profissionalizada ciência dos sismos em Portugal. Mais de 200 abalos premonitórios, cuja intensidade não ultrapassou o grau V da escala de Mercalli mas cuja frequência foi aumentando, ocorreram entre 16 e 27 de setembro de 1957, na ilha do Faial, Açores, e na noite de 26 para 27 o tremor do solo tornou-se constante (Zbyszewski, 1963). Na madrugada de 27, abalos de terra de força III a IV, precederam a erupção submarina¹³ por volta das 7 horas da manhã (Branco, Zbyszewski, Almeida e Ferreira, 1959: 9), que se manifestou por água do mar turva, borbulhando e, por vezes, com alguns materiais escuros, a 400 metros do farol dos Capelinhos, na direção NW. Esta situação foi relatada do farol dos Capelinhos ao Observatório Meteorológico da Horta (Lobão, 1999).

A erupção do vulcão dos Capelinhos, a qual se prolongou por mais de um ano, foi acompanhada em dois períodos diferentes pelos Serviços Geológicos, que consideraram três fases sucessivas:

“1º Entre 27 de setembro e 5 de novembro de 1957, o nascimento do vulcão foi seguido pela aparição de uma ilha (Ilha Nova) que aumentou progressivamente de altura. [...] Os colapsos sucessivos acabaram por provocar o desaparecimento desta primeira ilha.

2º Entre 6 de novembro de 1957 e 12 de maio de 1958, a atividade vulcânica aumentou de novo. Formou-se uma nova ilha, ligando-se progressivamente à costa do Faial.

Os fenómenos eruptivos assumem uma magnitude elevada até 12 de maio de 1958, data em que um sismo de uma rara violência provoca uma mudança radical no estilo de erupção.

3º Após 12 de maio, o desenvolvimento da atividade efusiva resultou numa emissão desordenada de lavas durante os meses de setembro e de outubro” (Zbyszewski, 1963: 189).

A erupção terminou a 25 de outubro de 1958 e, após esta data, os fenómenos vulcânicos “reduziram-se ao simples funcionamento das fumarolas” (Zbyszewski, 1963: 189).

Os próprios Serviços Geológicos consideraram que “o estudo completo da erupção do vulcão dos Capelinhos foi possível em primeiro lugar graças à presença na ilha do Faial de dois observadores permanentes: o engenheiro Frederico Machado, Diretor Geral dos Trabalhos Públicos do Distrito e o guarda do farol Tomás Pacheco da Rosa” (Zbyszewski, 1963: 206). Ambos seguiram a evolução do fenómeno diariamente, tendo Frederico Machado (1918-2000) organizado cientificamente as observações e sido responsável pela execução mensal de relevos topográficos precisos tendo por base os sinais geodésicos existentes¹⁴, e o boletim mantido por Tomás Pacheco servido de base à elaboração dos relatórios publicados pelas Missões Geológicas (Zbyszewski, 1963).

Os Serviços Geológicos de Portugal estiveram em missão na ilha do Faial em outubro-novembro de 1957, julho-agosto de 1958, outubro de 1959 e julho de 1961, as duas últimas visitas realizadas já após o fim da erupção. Para além das missões geológicas, outra missão que se instalou na ilha do Faial foi a do Centro de Estudos Geográficos da Faculdade de Letras de Lisboa em dois períodos diferentes (setembro-outubro de 1957 e dezembro de 1957-janeiro de 1958), chefiada por Orlando Ribeiro (1911-1997), o geógrafo fundador do referido centro (Zbyszewski, 1963: 206-207).

À missão de Orlando Ribeiro, organizada pelo Instituto de Alta Cultura, foi juntar-se Júlio Quintino (1927-1978), do Serviço Meteorológico Nacional. Este licenciado em ciências geofísicas pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa teve a oportunidade de sobrevoar a área da erupção, em 8 de outubro, o que lhe permitiu ficar com uma visão de conjunto. Até ao dia 21 do mesmo mês, quando a missão regressou a Lisboa, Júlio Quintino acompanhou as observações da erupção, tendo depois, com o devido consentimento superior, encarregado Tomás Pacheco, o faroleiro nos Capelinhos, das observações termométricas e udométricas. Para além destas, poucas mais observações de carácter geofísico foram feitas porque “a missão não estava equipada com os instrumentos que a moderna vulcanologia física considera essenciais neste tipo de estudos” (Quintino, 2001: 22).

A primeira missão dos Serviços Geológicos chegou à ilha do Faial em 20 de outubro de 1957, sendo constituída pelo engenheiro D. António de Castello Branco, Diretor dos Serviços Geológicos, pelo geólogo G. Zbyszewski e o engenheiro F. Moitinho de Almeida, por Veiga Ferreira e pelo Coletor A. Rodrigues. Esta missão teve como objetivo “o estudo geológico da parte ocidental da ilha do Faial, acompanhado dos levantamentos para uma carta geológica de 1:25000” e a “observação da erupção do Vulcão dos Capelinhos” (Branco, Zbyszewski, Almeida e Ferreira, 1959: 10). A Missão deixou o Faial a 11 de novembro, após assistir “ao desaparecimento total da “Ilha Nova” e ao fim do primeiro período eruptivo” (Branco, Zbyszewski, Almeida e Ferreira, 1959: 10).

O vulcão registou “um dos momentos de maior intensidade” (Lobão, 1999: 33) na noite de 6 para 7 de outubro de 1957, o que, para além da destruição das culturas¹⁵, implicou a evacuação dos habitantes do Norte Pequeno e Canto. Esta evacuação foi aconselhada por Orlando Ribeiro, chefe da Missão Científica, que tinha chegado à Horta, no dia 5. Diariamente, o geógrafo informava o governador do Distrito, Freitas Pimentel, e a comunicação social, sobre “a evolução do fenómeno eruptivo e das suas possíveis consequências” (Lobão, 1999: 33). Júlio Quintino, do Serviço Meteorológico Nacional, chegou à Horta no dia 9 para integrar a Missão. Orlando Ribeiro voltaria numa segunda missão, em janeiro do ano seguinte (Lobão, 1999).

Para além dos já referidos abalos premonitórios, a fase sísmica foi caracterizada por alguns abalos isolados durante a erupção, mas de intensidade sempre inferior a 5. Em 12 de maio de 1958, a partir das 18 horas, a terra começou a tremer, com abalos em intervalos cada vez mais próximos, por vezes de 30 segundos. Os sismos continuaram a

umentar durante a noite e a partir das 0 horas de 13 de maio a intensidade dos abalos atingiu o grau IX na Ribeira Funda e na Praia do Norte (destruição total), VIII na Ribeira do Cabo e Capelo. Não houve vítimas graças às medidas de segurança adotadas pelas autoridades, que fizeram evacuar a tempo os setores ameaçados. Segundo o engenheiro Frederico Machado, Diretor das Obras Públicas, que terá dado ao Governador indicação de evacuação¹⁶ das freguesias da Praia do Norte e Capelo (Lobão, 1999: 50), ao longo dos dias 12 e 13 ocorreram cerca de 450 abalos sísmicos¹⁷, 580 até ao mês de Junho (Zbyszewski, 1963: 198). Esta sequência de abalos de 12-13 de maio mudou o regime da erupção. Além disso, foi sentida uma vibração constante do solo na zona do farol dos Capelinhos “durante todos os períodos de forte atividade vulcânica” (Zbyszewski, 1963: 220).

De 13 a 17 de novembro de 1957, visitou a ilha Haroun Tazieff (1914-1998), vulcanólogo, geólogo, alpinista e cineasta, enviado da “Ugecine”, de Paris. Nascido em Varsóvia, este engenheiro de minas de formação, que cerca de dez anos depois da sua passagem pelo Faial assumiria o cargo de diretor do “Centre National de Recherches Scientifiques” aproveitou, neste período, para fazer uma filmagem das explosões e da queda das bombas vulcânicas. Voltou à Horta em 10 de junho de 1958, tendo afirmado numa entrevista a *O Telégrafo* (edição do dia 18 de junho de 1958) que:

“Para se evitar perdas de vidas e de bens móveis seria de aconselhar que o Governo Português mandasse proceder à instalação de um verdadeiro Observatório Vulcanológico, devidamente equipado com sismógrafos, clinómetros, etc., e um mínimo de pessoal habilitado. Esta instalação não só funcionaria como «relógio despertador» para benefício e sossego dos faialenses, mas também como uma apreciável contribuição para o conhecimento e estudo do misterioso comportamento dos vulcões, prestando assim um real serviço humanitário” (Lobão, 1999: 42).

Em agosto de 1958, uma segunda missão geológica desembarcou na ilha do Faial para continuar e terminar os trabalhos iniciados em outubro-novembro de 1957. Esta nova missão foi constituída por G. Zbyszewski, geólogo dos Serviços Geológicos de Portugal, por Veiga Ferreira e pelos Coletores L. Rodrigues e A. Rodrigues. O relatório desta Missão compreendeu o “estudo do vulcanismo nas regiões central e oriental da ilha do Faial”, complementando o levantamento geológico da parte ocidental da ilha do

Faial feito em 1957, e a prestação de contas “das observações realizadas pela Missão”, que aconteceram no período estromboliano da atividade do Vulcão dos Capelinhos (Zbyszewski e Ferreira, 1959: 29).

Apesar de à data da erupção do vulcão Capelinhos as ciências geofísicas em Portugal já disporem de um serviço coordenador nacional e de profissionais com formação adequada, apenas um geofísico do Serviço Meteorológico Nacional se deslocou por uns dias ao local, tendo efetuado algumas observações. E mais uma vez, a falta de instrumentação adequada limitou o estudo a realizar. Só mais tarde foi estabelecido nos Açores um centro de vulcanologia, integrando a Rede Europeia de Vulcanologia da Fundação Europeia para a Ciência e atual membro da *World Organization of Volcano Observatories* (WOVO). E a vigilância sísmica ficou assegurada por uma rede de vários sismógrafos nas ilhas de São Miguel, Terceira, Graciosa e S. Jorge, a funcionar apenas desde 1980, depois do grande terramoto do primeiro de janeiro desse ano que destruiu a cidade de Angra do Heroísmo, na ilha Terceira (Pinto, 2003).

5.8-Considerações finais

No Portugal do início do século XX, a interpretação científica dos acontecimentos sísmicos era feita de acordo com uma abordagem geológica/tectónica, adequada aos conhecimentos da época. Para esta atualização de conhecimentos terão contribuído os Serviços Geológicos nacionais e a sua participação em iniciativas de “dimensão” internacional. Mas, internacionalmente, com base na Física e na Matemática, a via instrumental já fora mais longe, permitindo que o estudo dos sismos não se limitasse aos efeitos na superfície, aqueles que podem ser estudados de acordo com uma abordagem exclusivamente geológica/tectónica.

Acontecimentos sísmicos diversos ocorridos na primeira década do século XX permitiram estimular o interesse para o estudo do fenómeno sísmico por parte de uma restrita comunidade científica, representada principalmente por geólogos e engenheiros. Este interesse revelou-se em numerosas reuniões, conferências e comunicações que foram ocorrendo associadas a esses acontecimentos, sendo inclusivamente partilhado por uma comunidade mais alargada, como nos mostra a conferência promovida pela Associação Comercial de Lojistas de Lisboa. Apesar dos cerca de 150 anos passados, o

GTL era um tema recorrente, mas também a preocupação com o edificado foi comum nessas diferentes formas de partilha técnico-científica. Assim, e por força dos acontecimentos sísmicos entretanto ocorridos, a comunidade científica e a comunidade em geral reclamavam em uníssono a organização das observações sismológicas em Portugal.

As observações sismológicas em Portugal estiveram inicialmente associadas aos Observatórios meteorológicos, cuja preocupação primeira era a Meteorologia. No entanto, por iniciativa individual dos seus diretores, foram efetuadas diligências e as primeiras aquisições de sismógrafos, embora após o TB este esforço se tenha tornado mais formal e coletivo. Mas a falta de preparação do pessoal e a falta de coordenação entre observatórios faziam tardar a possibilidade de observações instrumentais sistemáticas e da sua aplicação a estudos sismológicos. Na sequência do TB, uma comissão superiormente definida e que integrou os dois geólogos nomeados para o estudo científico desse sismo, reuniu em janeiro de 2010, determinando que o Observatório do Infante D. Luís se tornasse na Estação central portuguesa de sismologia. Apesar de algum avanço posterior nas questões instrumentais, os problemas da instalação de uma rede sismológica e da formação físico-matemática do pessoal continuavam por resolver.

Podemos assim concluir do atraso de uma resposta oficial que permitisse apetrechar o país da necessária capacidade para a investigação sismológica, embora não tenham faltado iniciativas não oficiais, como a revista *A Terra* e a Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal, iniciativas que pela via da partilha de conhecimentos e da divulgação contribuíram para o debate sobre a organização de um serviço de geofísica em geral e da sismologia em particular, em Portugal.

A criação do Serviço Meteorológico Nacional e a instituição da licenciatura em Ciências Geofísicas, em 1946, vieram dar resposta a necessidades no domínio da sismologia, embora tenham sido requisitos de segurança da navegação marítima e da aviação civil que terão efetivamente conduzido a estes desenvolvimentos. A primeira licenciatura em Ciências Geofísicas, apesar de não apresentar no seu plano de curso uma disciplina especificamente dedicada à sismologia, apresentava uma forte componente física e matemática, um requisito indispensável para a formação de um sismólogo. Os institutos geofísicos desempenharam então um papel relevante ao nível da formação dos futuros profissionais em ciências geofísicas, cabendo-lhes ainda a execução dos trabalhos do Estado nesta área.

Apesar de à data da erupção do vulcão Capelinhos as ciências geofísicas em Portugal já disporem de um serviço coordenador nacional e de profissionais com formação adequada, a resposta oficial resumiu-se à deslocação de um geofísico do Serviço Meteorológico Nacional por alguns dias ao local, tendo efetuado as observações geofísicas possíveis, pois, mais uma vez, a falta de instrumentação adequada limitava o estudo a realizar. A vigilância sísmica do território nacional insular só ficou assegurada por uma rede de vários sismógrafos nas ilhas de São Miguel, Terceira, Graciosa e S. Jorge, a funcionar a partir de 1980, depois do grande terramoto do primeiro de janeiro desse ano que destruiu a cidade de Angra do Heroísmo, na ilha Terceira, o sismo a que nos referimos na introdução do capítulo 1, e um último exemplo que apresentamos da relação da sismicidade com o desenvolvimento da ciência dos sismos em Portugal.

¹ Na sequência de uma conferência determinada por portaria de 2 de dezembro de 1909 para “a organização definitiva do serviço de observações sismológicas em Portugal” (*Diário do Governo* nº275, de 3 de dezembro de 1909, p.470), a que daremos destaque na secção seguinte.

² O primeiro sismo registado na estação sismográfica de Lisboa foi um abalo de terra no Algarve, ocorrido no dia 16 de junho de 1910, cerca das 4h e 17 minutos, com epicentro na região de Adra, sueste de Espanha (Moreira, 1991).

³ Araújo, J. A. W. (1923). Sobre as constantes do sismógrafo horizontal de Wiechert (de 1000 kg de massa). *Jornal de Ciências matemáticas, físicas e naturais*, 3ª série, nº13, Lisboa. Araújo, J. A. W. (1924). *Breve exposição sobre tremores de terra e sobre a respetiva previsão*, 15 pág., Lisboa. Geiger, L. (s.d.). *Discussão dos diagramas sísmicos* (tradução de F. Oom), 22 pág. Lisboa. Wiechert, E. (s.d.). *Um pêndulo astático de alta sensibilidade para registo mecânico dos tremores de terra* (tradução de F.Oom), 24 pág. Lisboa (Ferreira, 1937: 34-35). De referir que na lista constam publicações posteriores a 1937, porque, na verdade, a informação é de novembro de 1941, como consta no final do documento. Provavelmente, esta situação deve-se ao facto do documento integrar uma publicação comemorativa do Centenário da Fundação da Escola Politécnica de Lisboa (1837-1937). Numa publicação posterior, Ferreira (1962) atualiza a referida lista, e considerando agora um período que vai até 1946, aparecem mais duas publicações, ambas referentes ao mesmo sismo: Ferreira, H.A. (1942). Note sur le séisme du 25 Novembre 1941. *Ciel et Terre*. Bruxelas. Antunes, M. T. (1944). Notas acerca do sismo de 25 de novembro de 1941. *Publ. Congr. Assoc. Port. Prog. Cienc.* Porto (Ferreira, 1962: 26).

⁴ Antunes, M. T. (1950). Os problemas da sismologia. *Gaz. Fís.* 2, Lisboa. Antunes, M. T. (1950). Les sismographes électromagnétiques et l’enregistrement conforme des mouvements du sol. *Bol. Soc. Port. Cienc. Natur.* 3, Lisboa. Neves, L. D. (1950). Microsismos e meteorologia. *Publ. Serv. Meteor. Nac.* (MEM 7), Lisboa. Mendes, A. S. (1955). A Sismologia em Portugal. *Simpósio sobre a acção dos sismos*, Lisboa (Com.). Pessoal do Instituto (1955). A estação sismográfica de Lisboa. *Simpósio sobre a acção dos sismos*, Lisboa (Com.). Ferreira, H. A. (1955). Macrossismos sentidos em Portugal no período de 1901-1954. *Simpósio sobre a acção dos sismos*, Lisboa (Com.). Sousa Moreira, V. J. (1955). Os territórios portugueses do Atlântico Norte e as zonas sísmicas do globo. *Simpósio sobre a acção dos sismos*, Lisboa (Com.). Mendes, A. S. (1955). Contribuição para o conhecimento da sismicidade dos territórios portugueses. *Simpósio sobre a acção dos sismos*, Lisboa (Com.). Ferreira, H. A. (1955). Bibliografia sismológica de Portugal. *Simpósio sobre a acção dos sismos*, Lisboa (Com.). Ferreira, H. A. (1960). Carta séismotectonique du territoire continental de Portugal en Europe. *Publ. Serv. Meteor. Nac.* (MEM 148), Lisboa (Ferreira, 1962).

⁵ Desde 1902 que funcionava “sempre bem” (s.a., 1910b: 626) o sismógrafo instalado em Ponta Delgada.

⁶ Uma revista dedicada à Sismologia e à Geofísica que analisámos no capítulo 2.

⁷ O sismo de 28 de fevereiro de 1969 teve epicentro no mar, a cerca de 150 km para sudoeste de Sagres, magnitude 8,0 na escala de Richter, uma área de percetibilidade com 1300 km de raio e provocou um tsunami cuja amplitude máxima (41 cm) foi observada em Lagos (Mendes, 1969).

⁸ No ano anterior ao da entrada em vigor do diploma legal que criou o Serviço Meteorológico Nacional, os serviços meteorológicos do estado independentes eram sete: o da Presidência do Conselho (Secretariado da Aeronáutica Civil), dois do Ministério da Educação Nacional (Observatório do Infante D. Luís e serviço meteorológico dos Açores), e um em cada um dos Ministérios da Guerra, da Marinha, das Colónias e da Economia (rede de postos climatológicos da Direção-Geral dos Serviços Agrícolas) (Ferreira, 1962).

⁹ Uma disposição legal (Decreto nº20296, de 4 de setembro de 1931, publicado em 10 de setembro de 1931) decretara a instalação de postos meteorológicos nos Liceus do continente. Estas estações meteorológicas de 2ª ordem da classificação internacional seriam dirigidas por um professor de Física ou de Geografia e os dados colhidos concentrar-se-iam no observatório da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Esta disposição legal é referida no *Estatuto do Ensino Secundário*, publicado em 18 de dezembro de 1931 pelo Ministério da Instrução Pública, então um órgão do Governo da Ditadura (Carvalho, 2008).

¹⁰ Num plano de estudos de 1995/96 a que tivemos acesso, a Licenciatura em Ciências Geofísicas é apresentada na forma de duas variantes, tendo em comum as disciplinas nos dois primeiros anos e um estágio profissionalizante no quinto ano. A variante Geofísica Interna inclui obrigatoriamente no seu plano de estudos as disciplinas “Sismologia” (primeiro semestre do quarto ano) e “Engenharia Sísmica” (segundo semestre do quarto ano). A outra variante é Meteorologia e Oceanografia.

¹¹ Após a erupção dos Capelinhos, uma comunicação dos Serviços Geológicos dava conta que o arquipélago dos Açores já testemunhara “18 erupções vulcânicas” desde a sua descoberta em 1427 (Zbyszewski, 1963: 224). Mais recentemente, Pinto (2003: 212) considerou trinta e três erupções vulcânicas registadas historicamente entre 1440 e 1981.

¹² No que diz respeito especificamente à Sismologia, na década de 50 do século XX, o Serviço Meteorológico Nacional contava nos Açores com as estações sismográficas de Ponta Delgada e Angra do Heroísmo (Serviço Meteorológico Nacional, 1955).

¹³ A erupção do vulcão dos Capelinhos foi submarina no início e, mais tarde, tornou-se “insular” (Zbyszewski, 1963: 224).

¹⁴ Entre 1958 e 1959, Frederico Machado elaborou quatro artigos, publicados na *Atlântida* como “notícias preliminares”, justificando o autor ser oportuno publicar uma “notícia sumária” sobre a erupção vulcânica enquanto as entidades que a observavam não apresentassem os seus estudos. Frederico Machado descreveu e interpretou acontecimentos observados, dando a conhecer a evolução da atividade durante os treze meses em que decorreu a erupção, com levantamentos topográficos e, por vezes, com cálculos, sendo evidente a abordagem físico-matemática (Machado, 1960).

¹⁵ Quando começaram a fazer-se sentir os efeitos da erupção na população, o Governo concedeu verbas para resolver os problemas sociais de emergência. Após manifestações eruptivas que agravaram esses problemas, o Governo entendeu constituir uma missão técnica, que Frederico Machado integrou, para remediar as primeiras consequências da erupção vulcânica. Dessa missão resultou um relatório publicado pelos Serviços Geológicos de Portugal (Campos, Machado e Garcia, 1962).

¹⁶ Sobre este episódio histórico que foi a evacuação de populações na sequência de uma série sísmica, descrito utilizando como fontes a imprensa local e nacional, ver Ferreira (2018).

¹⁷ O *Anuário Sismológico de Portugal* do ano de 1958, uma publicação do Serviço Meteorológico Nacional, refere “cerca de 460 sismos” sentidos na ilha do Faial, entre as 19 horas e 20 minutos do dia 12 de maio e as 11 horas do dia 13 (Agostinho, 1960: 444).

UMA BREVE HISTÓRIA DA SISMOLOGIA EM PORTUGAL E NOTAS FINAIS

No âmbito da História da Ciência em Portugal, procurámos elaborar uma história da sismologia valorizando a relação entre a sismicidade (a ocorrência de sismos) no território nacional, o impacto deste fenómeno na opinião pública em geral, a marcha do conhecimento científico nos domínios da Geologia, da Física e da Matemática, e o conseqüente desenvolvimento da ciência dos sismos no país, quer ao nível da compreensão do fenómeno sísmico quer ao nível institucional, no período que vai de 1755 até meado do século XX. As relações que valorizamos e o período que consideramos são elementos inovadores desta história da sismologia no contexto da História da Ciência em Portugal.

Dos estudos de sismicidade histórica que analisámos, o catálogo sísmico de Moreira de Mendonça (1758), escrito na sequência do GTL e, tanto quanto sabemos, o primeiro em língua portuguesa, reúne os requisitos necessários para ser considerado uma obra moderna, no sentido que apresenta evidências a suportar uma tese: o terramoto como fenómeno natural. A *História Universal dos Terramotos* mostrou que o fenómeno sísmico tinha uma abrangência que ultrapassava em muito os limites da capital do Reino, ou seja, mostrou que se tratava de um fenómeno muito mais frequente e global para que a sua causa pudesse resultar de um castigo divino a uma povoação com pessoas menos devotas, uma interpretação relativamente comum na época.

Os sucessivos estudos de sismicidade histórica realizados posteriormente revelaram a tendência para utilizar como fonte os catálogos sísmicos já disponíveis: Pereira de Sousa (1928) utilizou a *História Universal dos Terramotos* como fonte, entre outras; Moreira (1984) aprofundou o trabalho de Moreira de Mendonça e utilizou Pereira de Sousa como fonte, entre outras; Oliveira (1986) utilizou Moreira (1979) como fonte, entre outras; Martins e Víctor (1990) utilizaram Oliveira (1986) como fonte, entre outras. Os catálogos sísmicos analisados revelam a existência de sismicidade no território português continental e insular (não muito intensa, nem muito frequente quando analisada no contexto mundial), com alguns sismos a destacarem-se no território continental pelos seus efeitos sobre as populações, como o GTL no século XVIII e, após este, no início do século XX, o TB.

De um modo geral, nas várias publicações que analisámos para caracterizar uma cultura sobre sismos, incluindo o conhecimento das pessoas e instituições que contribuíram para o desenvolvimento da ciência dos sismos, verifica-se uma tendência

para a comunicação sobre sismicidade mas, a partir de 1909, o tema da sismologia instrumental também ganha relevância (como acontece em *O Instituto* e na *ROPM*). Tanto a imprensa periódica informativa (ex: *Diário de Notícias* e *O Século*) como a associada às instituições de caráter técnico-científico (ex: *ROPM*) e especializada (ex: *A Terra*) prestaram atenção e revelaram-se permeáveis à sismicidade, (re)clamando o desenvolvimento dos estudos sismológicos e até mesmo a organização de um serviço nacional sismológico, nas primeiras décadas do século XX.

No que diz respeito às explicações apresentadas sobre a origem dos sismos presentes nos projetos de matriz enciclopédica e nos manuais de ensino liceal, e de acordo com os conhecimentos da época, elas vão desde o fogo subterrâneo e a fermentação dos minerais, que podemos encontrar, por exemplo, na obra de Teodoro de Almeida, no século XVIII, até à ideia de ações que desencadeiam movimentos vibratórios, presente na *Biblioteca do Povo e das Escolas* e nos manuais do final do século XIX. Há um conhecimento em conformidade com a corrente dominante na época, que se tenta disseminar para o grande público. Quando entramos no século XX, tal conformidade também está patente no volume da *Biblioteca Cosmos* dedicado à sismologia, já com a abordagem físico-matemática que podemos associar à sismologia instrumental.

A nível internacional, a ciência dos sismos já apresentava sinais de maior desenvolvimento. Desde logo a partir das Luzes que foi feito um esforço de explicação natural dos terremotos, quer a partir do fogo do interior da terra quer a partir da eletricidade, em oposição a uma explicação dominante na época, de cariz mais religioso. Verificamos que, para além das causas, foi prestada grande atenção aos efeitos dos terremotos, em especial aos do GTL, o que permitiu uma primeira ligação com a ideia de propagação do sismo a partir de um ponto central (Kant) e que essa propagação se faria na crosta terrestre na forma de movimento vibratório e ondulatório (Michell).

A discussão em torno da origem das montanhas, no século XIX, levou a considerar os fenómenos tectónicos como causa dos terremotos. Esta discussão com contributos significativos de Beaumont, Dana e Suess, culminou com a demonstração estatística da relação entre regiões sísmicas e determinadas estruturas da superfície terrestre (os geossinclinais), por Ballore, e a associação dos sismos a falhas, por Reid, já no início do século XX e após estudar o terremoto de São Francisco. Entretanto, Hopkins e Mallet aplicaram ao estudo da propagação das ondas sísmicas na crosta terrestre os conhecimentos teóricos de Poisson sobre propagação de ondas em meio

elástico, mas a necessidade de instrumentação adequada para estudar as ondas sísmicas não lhes permitiu ir mais longe.

Após a ocorrência de sismos com efeitos relevantes, foi na Itália que surgiu a primeira comissão para estudar um sismo (final do século XVIII) e foi no Japão que se formou a primeira organização científica para o estudo dos sismos (final do século XIX). A elevada sismicidade destes países contribuiu para o desenvolvimento da ciência dos sismos, incluindo a nível instrumental. Embora tenha sido em território nacional que ocorreu o sismo (GTL) cujos efeitos contribuíram para o início da sismologia moderna, a menor sismicidade, comparativamente com os referidos países, fazia demorar a necessária organização de um serviço sismológico em Portugal.

O GTL (1755) e o TB (1909), os dois sismos que destacámos pelos efeitos sobre as populações em território continental nacional, motivaram estudos da autoria de personalidades nacionais, em linha com as explicações que eram avançadas pelos filósofos naturais, na época do GTL e pela comunidade científica internacional, na época do TB. A interpretação (coeva) de Moreira de Mendonça sobre o GTL foi inspirada na ideia das matérias inflamáveis no interior da Terra e do fogo subterrâneo, como era comum nos filósofos naturais que se interessaram pelo tema, na época. Cerca de 150 anos depois, o mesmo terramoto foi estudado por Pereira de Sousa, de acordo com uma visão moderna da sismologia, que encontra as causas dos sismos na tectónica e os efeitos na propagação de ondas através das rochas que constituem o subsolo. Na época em que Pereira de Sousa desenvolveu este trabalho sobre o GTL, já os efeitos de um outro terramoto ocorrido em território nacional tinham sido objeto de estudo por parte das autoridades e da comunidade científica portuguesa.

A metodologia por questionário a cidadãos foi a privilegiada para obtenção de informação sobre a distribuição dos efeitos do TB, no estudo oficial realizado pelos geólogos Paul Choffat e Alfredo Bensaúde, que integraram a Comissão nomeada superiormente para estudar o sismo. A informação sobre a distribuição dos efeitos do sismo foi cruzada com informação sobre a natureza geológica das diferentes regiões do país, de acordo uma visão em que os sismos tinham uma origem tectónica. Um outro estudo na sequência do abalo sísmico de 23 de abril de 1909, provavelmente o primeiro realizado em Portugal a ter em conta a análise de um sismograma registado numa estação localizada em território nacional (Coimbra), teve iniciativa do próprio autor, Ferreira Diniz. Numa via que nunca fora seguida até então, o autor apoiou-se no sismograma/gráfico do Observatório da Universidade de Coimbra para justificar as suas

estimativas em parâmetros que considerou para estudar o referido sismo, isto apesar da pouca informação fornecida (a proximidade da região epicentral tornara o gráfico difícil de interpretar). Apesar das diferentes abordagens (não instrumental e instrumental), os autores destes dois estudos realizados na sequência do TB convergem ao reclamar uma rede de estações sismológicas para o país.

As observações sismológicas em Portugal estiveram inicialmente associadas aos Observatórios meteorológicos, cuja preocupação primeira era a Meteorologia. No entanto, por iniciativa individual dos seus diretores, foram efetuadas diligências e as primeiras aquisições de sismógrafos. Mas a falta de preparação do pessoal e a falta de coordenação entre observatórios faziam tardar a possibilidade de observações instrumentais sistemáticas e da sua aplicação a estudos sismológicos. Na sequência do acontecimento sísmico que foi o TB, uma conferência superiormente definida, que integrou os dois geólogos nomeados para o estudo científico, reuniu em janeiro de 2010, determinando que o Observatório do Infante D. Luís se tornasse na Estação central portuguesa de sismologia. Uma resposta oficial insuficiente, que não apetrechou o país da necessária capacidade para a investigação sismológica, embora não tenham faltado também iniciativas não oficiais, como a revista *A Terra* e a Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal, iniciativas que pela via da partilha de conhecimentos e da divulgação contribuíram para o debate sobre a organização de um serviço de geofísica em geral e da sismologia em particular, em Portugal.

A criação do Serviço Meteorológico Nacional e a instituição da licenciatura em Ciências Geofísicas, em 1946, possibilitaram a monitorização por um geofísico do acontecimento vulcânico e sísmico que foi a erupção dos Capelinhos (1957-58). Os institutos geofísicos desempenharam então um papel relevante ao nível da formação dos futuros profissionais em ciências geofísicas, os quais viriam a integrar o Serviço Meteorológico Nacional, uma instituição para corresponder às necessidades de organização há muito reclamadas no domínio da sismologia nacional.

No período longo que consideramos, que vai de 1755 até meado do século XX, admitimos que possam ter ocorrido outros terremotos e outros desenvolvimentos técnico-científicos a que não tenhamos dado o devido destaque. Estaremos atentos no futuro para colmatar eventuais lacunas que possa haver nesta história, lembrando que a grande teoria da tectónica de placas, uma teoria unificadora no âmbito da Geologia, que hoje enquadra a explicação científica do acontecimento sísmico, apesar de ter os seus

primórdios em parte do período que consideramos, ela é posterior ao marco que assinala o fim desta história: a criação do Serviço Meteorológico Nacional, em 1946.

FONTES E BIBLIOGRAFIA

Fontes:

AÇOREANA (1934 a 1949).

ALMEIDA, F. A. X. (1881). *Elementos de Mineralogia e de Geologia para uso dos lyceus e institutos de instrucção secundaria*. Lisboa: Livraria Ferreira.

A TERRA (1931 a 1938).

BIBLIOTECA DO POVO E DAS ESCOLAS (séries 1^a/1881 a 22^a/1890).

BROTÉRIA (1902, 1907, 1909, 1914, 1930, 1937, 1965).

CARVALHO, A. F. & MOURA, M. M. F. (1929). *Geodinâmica, Geotectónica e Geognosia*. 2^a edição. Coimbra: Moura Marques & Filho.

CARVALHO, A. F. & MOURA, M. M. F. (1932). *Princípios de Geologia, com um estudo elementar da carta geológica de Portugal*. Coimbra: Moura Marques & Filho.

DIÁRIO DE NOTÍCIAS (abril de 1906, dezembro de 1908, abril e maio de 1909).

GAZETA DE LISBOA/DIÁRIO DO GOVERNO (números 46/1755 a 18/1756 e 267 a 270/1858).

GUIMARÃES, A. J. G. (1897). *Elementos de Geologia*. 2^a edição. Coimbra: Imprensa da Universidade.

GUIMARÃES, A. J. G. (1912). *Curso de Mineralogia e Geologia, segundo os novos programas dos liceus. II. Elementos*. Braga: Livraria Escolar de Cruz & C.^a.

GUIMARÃES, A. J. G. (1914). *Curso de Mineralogia e Geologia, segundo os novos programas dos liceus. II. Elementos*. Braga: Livraria Escolar de Cruz & C.^a.

GUIMARÃES, A. J. G. (1917). *Curso de Mineralogia e Geologia, segundo os novos programas dos liceus*. Braga: Livraria Cruz.

ILUSTRAÇÃO PORTUGUESA (números 25/1906, 152/1909, 167 a 170/1909).

O PANORAMA (1837 a 1868).

O SÉCULO (abril e maio de 1909).

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS E MINAS (1870 a 1915).

REVISTA UNIVERSAL LISBONENSE (1841 a 1853).

RODRIGUES, F. J. (1845). *Lições elementares de História Natural accommodadas ao curso de introdução da Escola Polytechnica de Lisboa. Parte III. Mineralogia e Geologia*. Lisboa: Impressão de Galhardo.

Outras fontes e bibliografia:

ABREU, J. M. (1853). Notícia sôbre os systemas de montanhas por Elie de Beaumont. *O Instituto*, I(17): 181-182.

ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA (2011). *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, Classe de Ciências*. Tomo XLIII. Volume II (2006/2007). Lisboa: Imprensa Nacional – Casa da Moeda.

ACADEMIA REAL DAS CIÊNCIAS DE LISBOA (1797). Prólogo. *Memórias da Academia Real das Ciências de Lisboa*.

AÇOREANA (1934). Surgindo. *Açoreana. Revista de estudos açoreanos. Boletim da Sociedade Afonso Chaves*, 1(março): 1-3.

AGNEW, D. C. (2002). History of Seismology. In W. Lee, H. Kanamori, P. Jennings e C. Kisslinger. *International Handbook of Earthquake & Engineering Seismology*. London: Academic Press, 3-11.

AGOSTINHO, J. (1955). Relato da sismicidade dos Açores e história sísmica do arquipélago com vista principalmente à delimitação das zonas onde são de aconselhar maiores precauções anti-sísmicas nas Construções (Comunicação n^o2 do Simpósio sobre a ação de sismos e sua consideração no cálculo das construções). *Boletim da Ordem dos Engenheiros*, Vol. IV, n^o21 (1 de novembro), Memória n^o108.

AGUDO, F. R. D. (1986). Contribuição da Academia para o Desenvolvimento das Ciências. *Em Academia das Ciências de Lisboa (Coord.). História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, volume II, Lisboa: Academia das Ciências, 1301-1340.

- ALMEIDA, T. (1757). *Recreação filosofica ou dialogo sobre a Filosofia Natural, para instrucção de pessoas curiosas, que não frequentarão as aulas*. Tomo III (Trata dos quatro elementos). Lisboa: Regia Officina typografica.
- ALMEIDA, T. (1786). *Recreação filosofica ou dialogo sobre a Filosofia Natural, para instrucção de pessoas curiosas, que não frequentarão as aulas*. Tomo I. Quinta impressão. Lisboa: Regia Officina typografica.
- ALMEIDA, T. (1795). *Recreação filosofica ou dialogo sobre a Filosofia Natural, para instrucção de pessoas curiosas, que não frequentarão as aulas*. Tomo VI (Trata dos Ceos e do Mundo). Lisboa: Regia Officina typografica.
- ALVES, C. A. M. (1987). A Geologia na Politécnica e na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Em Fernando Gil e Maria da Graça Canêlhas (Coords.). *Exposição comemorativa do 150º aniversário da Escola Politécnica e do 75º aniversário da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*. Lisboa: Universidade de Lisboa, 129-143.
- ALVES, P. M. (2001, fevereiro). A Nova Escala Macrossísmica Europeia EMS-98. Apresentação e comentários. *2º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica*, Évora, 54-58.
- AMADOR, F. (2008). O ensino da Geologia nas escolas portuguesas, durante o século XIX e primeira metade do século XX: reformas curriculares e manuais escolares. *Terræ Didactica*, 3(1): 4-17.
- AMARAL, A. F. (1912). Sessão ordinária de 18 de Dezembro de 1911. *Revista de Obras Públicas e Minas*, XLIII(505 e 506): 51-54.
- ANDRADE, A. A. B. (1980). *Verney e a projecção da sua obra*, n.º49 (Biblioteca Breve). Instituto de Cultura Portuguesa.
- ANTUNES, M. T. (1950). Os problemas da sismologia. *Separata da Gazeta de Física*, II(2): 45-52.
- ANTUNES, M. T. (1957-58). Aspectos geofísicos do terramoto de Benavente de 23 de Abril de 1909. *Revista da Faculdade de Ciências*, vol. VI, 2ª série, 5-28.
- ANTUNES, M. T. (1989). Sobre a História do Ensino da Geologia em Portugal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, t. 75: 127-160.
- AOUST, V. (1880). Les volcans et les causes qui paraissent les déterminer. *Congrès International de Géologie*. Comptes rendus 21: 239-248.
- ARAÚJO, A. C. (2007). Armadilhas da razão prática: desastre, risco e propaganda. Em Maria Fernanda Rollo, Ana Isabel Buescu, Pedro Cardim (coordenação). *História e Ciência da Catástrofe*. Lisboa: Edições Colibri, 125-153.
- ARAÚJO, J. M. (2001). *Biblioteca Cosmos – Um Projecto Cultural do Prof. Bento de Jesus Caraça*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- ARQUIVO DOS AÇORES (1981). Anno de 1755. Efeitos do Terramoto de Lisboa nos Açores. Em Ernesto do Canto e Francisco Afonso Chaves (eds.). *Volume IV*. Ponta Delgada: Instituto Universitário dos Açores e Universidade dos Açores, 350-353.
- ASSUNÇÃO, C. T. (1942). *Introdução Geológica*. Lisboa: Edições Cosmos.
- BALLORE, F. M. (1906). *Les tremblements de terre. Géographie séismologique*. Paris: Librairie Armand Colin.
- BALLORE, F. M. (1907). *La science séismologique. Les tremblements de terre*. Paris: Librairie Armand Colin.
- BALLORE, F. M. (1924). *La Géologie sismologique. Les tremblements de terre*. Paris Librairie Armand Colin.
- BAPTISTA, M. A. & MIRANDA, M. (2005). Tsunamis em Portugal. Em Paula Costa (Coord.). *Terramotos e tsunamis*. Lisboa: Livro Aberto, 27-53.
- BARATA, M. R.; BRAGA, M. L.; WAGNER, M. N.; GUERRA, B.; ALVES, J. F. & NETO, J. (1989). *Sismicidade de Portugal. Estudo da Documentação dos séculos XVII e XVIII*. vol. I - *Heurística. Crítica e Interpretação*. Lisboa, G.P.S.N., 1988. Vol. II - *Fontes Documentais*. Lisboa: Gabinete de Protecção e Segurança Nuclear.
- BATLLÓ, J. (2004). *Catálogo inventario de sismógrafos antiguos españoles*. Madrid: Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- BEATO, M. F. & SOUSA, M. J. (1988). *Catálogo das publicações 1865-1988*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.

- BELO, A. (1999). A Gazeta de Lisboa e o terramoto de 1755: a margem do não escrito. *Análise Social*, vol. XXXIV (151-152): 615-633.
- BEN-MENAHEN, A (1995). A Concise History of Mainstream Seismology: Origins, Legacy, and Perspectives. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 85(4):. 1202-1225.
- BENSAUDE-VINCENT, B. (2009). A Historical Perspective on Science and Its “Others”. *Isis*, 100: 359-368.
- BEZZEGHOUD, M. (2012) Viagem ao interior da Terra. Em Ana Silva, António Araújo, António Reis, Manuela Morais e Mourad Bezzeghoud (eds.). *Two decades of earth science research. On the occasion of the 20th anniversary of the CGE*. Évora: Centro de Geofísica de Évora, 41-61.
- BOLT, B. (1978). *Earthquakes. A Primer*. New York: W. H. Freeman and Company.
- BOWKER, G. (1996) As origens do uniformitarismo de Lyell: para uma nova geologia. Em M. Serres (dir.). *Elementos para uma História das Ciências. III. De Pasteur ao computador*. Lisboa: Terramar.
- BRAGA, M. L. (2007) O grande sismo de 1755: os testemunhos presenciais e as diversas interpretações. Em Maria Fernanda Rollo, Ana Isabel Buescu e Pedro Cardim (coords.). *História e Ciência da Catástrofe. 250º Aniversário do terramoto de 1755*. Edições Colibri e Instituto de História Contemporânea da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, 39-53.
- BRANCO, A. C.; ZBYSZEWSKI, G.; ALMEIDA, F. M. & FERREIRA, O. V. (1959). Rapport de la première Mission Géologique. Le volcanisme de l'Île de Faial et l'Éruption du volcan de Capelinhos. *Memória dos Serviços Geológicos de Portugal*, nº4 (Nova série): 9-27.
- BRAUDEL F. (1958). Histoire et Sciences sociales: La longue durée. *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 13e année, 4: 725-753.
- BREIDERT, W. (2005). Prefácio. Em A. Araújo (Org.). *Immanuel Kant. Escritos sobre o terramoto de Lisboa*. Coimbra: Almedina, 7-38.
- BRIGGS, J. M. (1981). Jean le Rond d'Alembert. In Charles Coulston Gillispie (ed.). *Dictionary of Scientific Biography*, 1: 110-117.
- BROTÉRIA (1902). Duas palavras de introdução. *Brotéria Revista de Sciencias Naturaes do collegio de S. Fiel*, 1: v-vii.
- BUESCU, H. C. (2005). Sobreviver à catástrofe: sem tecto, entre ruínas. Em Helena Carvalhão Buescu e Gonçalo Cordeiro (Coord.). *O Grande Terramoto de Lisboa Ficar Diferente*, Lisboa: Gradiva, 19-72.
- BUESCU, H. C. & CORDEIRO, G. (2005). *O Grande Terramoto de Lisboa Ficar diferente*. Lisboa: Gradiva.
- BUFFON (1747). *Histoire Naturelle, Générale et Particuliere, avec la description du Cabinet du Roy*. Tome premier.
- CABRAL, F. P. (1909a). Os terremotos. A propósito da catástrofe de Messina. *Brotéria Revista de Sciencias Naturaes do Collegio de S. Fiel*. VIII: 110-128.
- CABRAL, F. P. (1909b). Algumas notas sobre o tremor de terra de 23 de abril. *Brotéria Revista de Sciencias Naturaes do Collegio de S. Fiel*. VIII: 181-190.
- CAMACHO, I. (1909). *Tremores de terra*. Lisboa: Associação Comercial de Lojistas de Lisboa.
- CAMPOS, V.; MACHADO, F. & GARCIA, J. (1962). Relatório da missão técnica do Ministério das Obras Públicas para remediar as primeiras consequências da erupção vulcânica da ilha do Faial. Em Serviços Geológicos de Portugal, *Memória nº9* (nova série). Lisboa, 35-50.
- CARDOSO, J. L. (2005). Pombal, o terramoto e a política de regulação económica. Em A. Araújo, J. Cardoso, N. Monteiro, W. Rossa e J. Serrão (orgs.). *O Terramoto de 1755. Impactos Históricos*. Lisboa: Livros Horizonte, 165-181.
- CARNEIRO, A. & LEITÃO, V. (2009). Engineers, the geological survey of Portugal (1857-1908), and the professionalisation of geologists. Em A. Matos, M. P. Diogo, I. Gouzévitch e A. Grelon (eds.). *Jogos de identidade profissional. Os engenheiros entre a formação e a acção*. Lisboa: Edições Colibri, CIDEHUS/EU e CIUHCT, 277-310.
- CARNEIRO, A. & MOTA, T. S. (2005). Um terramoto para uma vida: Francisco Luiz Pereira de Sousa. Em A. Araújo, J. Cardoso, N. Monteiro, W. Rossa e J. Serrão (orgs.). *O Terramoto de 1755. Impactos Históricos*. Lisboa: Livros Horizonte, 127-138.

- CARNEIRO, A. (2008). Nery Delgado (1835-1908), Geólogo do Reino. *Em Miguel de Magalhães Ramalho* (Coord.). *Nery Delgado (1835-1908), Geólogo do Reino*. Lisboa: Museu Geológico.
- CARVALHO, A. F. (1925). O estudo actual dos tremores de Terra. *O Instituto*, Vol. 72(1). Coimbra: Imprensa da Universidade, 87-134 (também disponível em separata).
- CARVALHO, A. F. (1942). Doutor Gonçalves Guimarães. Separata de “O Instituto”, Vol. 100.º. Coimbra: Coimbra-Editora.
- CARVALHO, A. F. (1946). *Trinta e dois anos na direção do Instituto Geofísico de Coimbra (Breve relatório apresentado à Faculdade de Ciências)*. Coimbra: Tipografia da “Atlântida”.
- CARVALHO, R. (1987a). *A História Natural em Portugal no século XVIII*. Lisboa: Instituto de Cultura e Língua Portuguesa.
- CARVALHO, R. (1987b). As interpretações dadas, na época, às causas do terramoto de 1 de Novembro de 1755. *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*, tomo XXVIII: 179-205.
- CARVALHO, R. (1997). Portugal nas “Philosophical Transactions”, nos séculos XVII e XVIII. *Colectânea de Estudos Históricos (1953-1994)*. Universidade de Évora, 9-67.
- CARVALHO, R. (2008). *História do Ensino em Portugal. Desde a fundação da Nacionalidade até ao fim do regime de Salazar-Caetano*. 4ª edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- CASTRO, E. (1893). Ensaio critico sobre a bibliographia geologica dos Açores e nomeadamente de S. Miguel. *Revista dos Lyceus*, 2: 70-75.
- CASTRO, E. (1909). Geodinâmica telúrica. Cálculo provisório da profundidade do hipocentro do sismo de 23 de Abril de 1909. *O Instituto*, 56: 586-599.
- CHOFFAT, P. & BENSUAUDE, A. (1912). *Estudos sobre o sismo do Ribatejo de 23 de Abril de 1909* (versão do original francês). Lisboa: Imprensa Nacional.
- CHOFFAT, P. (1885). Nouvelles données sur les vallées tiphoniques et sur les eruptions d’ophite et de teschénite en Portugal. *Comunicações da Secção dos Trabalhos geológicos de Portugal*, Tomo I: 113-122.
- CHOFFAT, P. (1902). L’éruption de la Martinique et les tremblements de terre en Portugal. *Boletim da Sociedade de Geographia de Lisboa*. 20ª série, nº11, pp. 158-167.
- CHOFFAT, P. (1904). Les tremblements de terre de 1903 en Portugal. *Comunicações do Serviço Geológico*, tomo V: 279-306.
- CHOFFAT, P. (1908). *Essai sur la tectonique de la Chaîne de l’Arrabida*. Lisboa: Comissão do Serviço Geológico de Portugal.
- CHOFFAT, P. (1910). Sur les tremblements de terre en général et sur les rapports entre ceux du Portugal et ceux de l’Italie Méridionale. *Revista de Obras Públicas e Minas*, tomo XL, 1909, Lisboa, Imprensa Nacional, 18-32.
- CHOFFAT, P. (1912). Le tremblement de terre du 23 Avril 1909 dans le Ribatejo (Conferência realizada na Associação dos Engenheiros Civis Portugueses, a 18 de Dezembro de 1911). *Revista de Obras Públicas e Minas*, XLIII(505 e 506): 31-50.
- CHOFFAT, P. (1913). Bibliographie Géologique du Portugal et de ses colonies. *Comunicações do Serviço Geológico de Portugal*. Tomo IX.
- COELHO, A. G. (2006). Nota introdutória. *1755, sobre as causas dos terramotos*, volume 4, Público & Fundação Luso-Americana, 21-30.
- COEN, D. R. (2013). *The Earthquake Observers. Disaster Science from Lisbon to Richter*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- COMPTE RENDUS (1880). *Congrès International de Géologie*. 21. Paris: Imprimerie Nationale.
- CORDEIRO, A. (1888). Vulcões e movimentos do solo. *Em David Corazzi* (ed.). *Bibliotheca do Povo e das Escolas*, 20ª Série, 160.
- CORSI, P. (2007). Introduction to Thematic Set of Papers on Geological Surveys. *Earth Sciences History*, v. 26(1): 5–12.
- COSTA, A. A. O. M. (1931). *A VII cadeira e os seus professores (Escola Politécnica de Lisboa)*. Lisboa: Faculdade de Ciências.
- COSTA, A. R. (1932). Para a história da sismologia portuguesa em 1909. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 5 (Julho de 1932): 10-13.
- COSTA, A.; ANDRADE, C.; SEABRA, C.; MATIAS, L.; BAPTISTA, M. A & NUNES, S. (2005). *1755 Terramoto no Algarve*. Faro: Centro Ciência Viva do Algarve.

- COSTA, M. & FONSECA, J. (2007). Sismicidade histórica em Portugal no período medieval. *Sísmica 2007. 7º Congresso de Sismologia e Engenharia Sísmica*. Porto, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica. Disponível em: http://lisboa.academia.edu/MarisaCosta/Papers/224364/Sismicidade_historica_em_Portugal_no_periodo_medieval [consultado em 8 de setembro de 2011].
- COSTA, P. T. (2005). Perigosidade e risco sísmico. Em Paula Costa (Coord.). *Terramotos e tsunamis*. Lisboa: Livro Aberto, 55-97.
- CRUZEIRO, M. E. (1988). A reforma pombalina na história da Universidade. *Análise Social*, vol, XXIV (100): 165-210.
- CUSTÓDIO, S., BATTLÓ, J., MARTINS, D., ANTUNES, F., NARCISO, J., CARVALHO, S., LIMA, V., LOPES, F. C., RIBEIRO, P., SLEEMAN, R., ALVES, E. I. & GOMES, C. R. (2012). Station COI: dusting off an Old Seismic Station. *Seismological Research Letters, Historical Seismologist*, 83 (5): 863-869.
- CUSTÓDIO, S.; RIBEIRO, P.; MARTINS, D.R.; JOÃO, N.; BATLLÓ, J.; LOPES, F. C. & GOMES, C.R. (2010). The historical collections of the geophysical institute of the University of Coimbra, and their use for modern science. Em José Brandão, Pedro Callapez, Octávio Mateus e Paulo Castro (eds.). *Coleções e museus de Geologia: missão e gestão*. Coimbra: Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra e Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência, 167-178.
- DASTON, L. (1999). As imagens da objectividade: a fotografia e o mapa. Em Fernando Gil (coord.). *A ciência tal e qual se faz*. Lisboa: Edições João Sá da Costa, 79-103.
- DELGADO, N. (1908). Notícia necrológica do Professor Alberto de Lapparent (1839-1908). *Extrato do Jornal de Ciências Mathematicas, Physicas e Naturaes*. 2ª série, tomo VII, nºXXVIII. Lisboa: Academia Real das Ciências.
- DETTELBAACH, M. (1997). Humboldtian science. In N. Jardine, J.A. Secord & E. C. Spary (eds.). *Cultures of Natural History*. Cambridge: University Press, 287-304.
- DEWEY, J. & BYERLY, P. (1969). The early history of Seismometry (to 1900). *Bulletin of the Seismological Society of America*, 59(1): 183-227.
- DIAS, J. J. A. (2005). Principais sismos, em Portugal, anteriores ao de 1755. *1755, O grande terramoto de Lisboa*, vol.1 – *Descrições*. Lisboa: Público & Fundação Luso-Americana, 123-142.
- DINIZ, J. O. F. (1911). Contribuição para o estudo dos tremores de terra em Portugal. O abalo sísmico de 23 de Abril de 1909. *Revista de Obras Públicas e Minas*, tomo XLI: 305-361.
- DINIZ, J. O. F. (1918). *Populações indígenas de Angola*. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- DIOGO, M. P. (1994). *A construção de uma identidade profissional. A Associação dos Engenheiros Civis Portugueses (1869-1937)*. Dissertação de doutoramento em História e Filosofia da Ciência. Lisboa: FCT UNL.
- DOMINGOS, M. (1985). *Estudos de Sociologia da Cultura. Livros e leitores do século XIX*. Lisboa: Instituto Português de Ensino à Distância.
- ELLIOTT, P. (1999). Abraham Bennet, F.R.S. (1749–1799): A provincial electrician in eighteenth-century England. *Notes & Records of the Royal Society*, 53(1): 59-78.
- FERNANDES, R. (1998). Génese e consolidação do Sistema Educativo Nacional (1820-1910). Em Cândida Proença (coord.). *O Sistema de Ensino em Portugal, Séculos XIX-XX*. Lisboa: Edições Colibri e Instituto de História Contemporânea da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa, 23-46.
- FERREIRA, E. (1941a). Doutor Alfredo Bensaúde. O Professor e o Mineralogista. *Açoreana*. Vol.II(IV): 175-182.
- FERREIRA, E. (1941b). O Arquipélago dos Açores e a Vaga Sísmica do 1º de Novembro de 1755. *Açoreana*. Vol.II(IV): 219-223.
- FERREIRA, H. A. (1937). *XIII Escola Politécnica de Lisboa. O Observatório do Infante D. Luiz*. Lisboa: Faculdade de Ciências.
- FERREIRA, H. A. (1940). *Instruções técnicas destinadas aos observadores das estações meteorológicas*. Lisboa: Publicações do Observatório Central Meteorológico.
- FERREIRA, H. A. (1959). *Afonso Chaves, primeiro diretor do serviço meteorológico dos Açores*. Lisboa: Publicações do Serviço Meteorológico Nacional.

- FERREIRA, H. A. (1962). O Instituto Geofísico do Infante D. Luís. *Instituto Geofísico do Infante D. Luís*, Publicação nº2, Universidade de Lisboa.
- FERREIRA, J. (2019). Two seismological approaches to the Benavente earthquake (1909): from the network of citizens to the network of instruments. *Em Sara Albuquerque, Teresa Ferreira, Maria de Fátima Nunes, Ana Cardoso de Matos & António Candeias (eds.). Web of knowledge. A Look into the Past, Embracing the Future*. Universidade de Évora e Sílabas & Desafios, 100-104.
- FERREIRA, J. & FITAS, A. (2012). Uma revista de Geofísica editada nos anos trinta do Portugal do século passado. *Em Ana Silva, António Araújo, António Reis, Manuela Morais e Mourad Bezzeghoud (eds.). Two decades of earth science research. On the occasion of the 20th anniversary of the CGE*. Évora: Centro de Geofísica de Évora, 63-68.
- FERREIRA, J. & LOPES, M. M. (2017). O fogo é o agente, que causa tantas maravilhas. A América e as explosões subterrâneas na História Universal dos Terremotos de 1758. *Varia Historia*, Belo Horizonte, vol. 33, n. 63 (set/dez): 591-623.
- FERREIRA, J. M. Q. G. (2018). A erupção vulcânica dos Capelinhos, a série sísmica de 12 e 13 de maio de 1958 e Frederico Machado: contributos para o desenvolvimento da vulcanologia e da sismologia. *Açoreana*, 11(2): 141-155.
- FIOLHAIS, C.; SIMÕES, C. & MARTINS, D. (2013). *História da ciência luso-brasileira: Coimbra entre Portugal e o Brasil*. Imprensa da Universidade de Coimbra.
- FITAS, A. J. (2016). A Física e a Matemática no século XVIII – contribuições para o estudo do newtonianismo na primeira obra de Verney. In António Braz Teixeira, Octávio dos Santos, Renato Epifânio (coordenadores). *Luís António Verney e a Cultura Luso-Brasileira do seu Tempo*. Lisboa: Movimento Internacional Lusófono e DG edições, 66-86.
- FITAS, A. J.; RODRIGUES, M. A. & NUNES, M. F. (2008). *Filosofia e História da Ciência em Portugal no século XX*. Casal de Cambra: Caleidoscópio.
- FLAD & PÚBLICO (2005). 1755 (Volume I: O Grande Terramoto de Lisboa, Descrições; Volume II: O grande Terramoto de Lisboa, A Protecção; Volume III: Providências do Marquês de Pombal, que se deram no terramoto que padeceu a corte de Lisboa no ano de 1755; Volume IV: Sobre as causas dos terramotos). Lisboa: Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento e jornal Público.
- FONSECA, J. D. (2005). *1755 O Terramoto de Lisboa*. 2ª edição. Lisboa: Argumentum.
- FORJAZ, A. (1852). Introdução. *O Instituto*, I(1): 1-2.
- FORJAZ, V. H. (Ed.) (1997). *Vulcão dos Capelinhos. Retrospectivas – Vol. I*. Ponta Delgada: Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.
- FRANÇA, J. A. (1989). *A reconstrução de Lisboa e a arquitectura pombalina*. Lisboa: Instituto de Cultura e Língua Portuguesa e Ministério da Educação.
- FRIEDLAENDER, I. (1934). Os Açores. *Açoreana*. Vol.I(I): 39-58.
- FRUTUOSO, G. (1966). *Livro Primeiro das Saudades da Terra*. Ponta Delgada: Instituto Cultural de Ponta Delgada.
- FRUTUOSO, G. (2005). Do grande e furioso tremor ou terramoto da terra que houve na ilha de S. Miguel, em tempo de Rui Gonçalves da Câmara, quinto capitão dela e segundo do nome, com que se subverteu Vila Franca do Campo, a mais nobre e principal das vilas que nela havia. *Em Instituto Cultural de Ponta Delgada, Saudades da Terra Livro IV*, 279-286.
- GALISON, P. (2005). [tradução por Nuno Figueiredo] *Os relógios de Einstein e os mapas de Poincaré. Impérios do tempo*. Lisboa: Gradiva.
- GEIKIE, A. (1962, versão original de 1897). *The Founders of Geology*. New York: Dover Publications.
- GESCHWIND, C. H. (1998). Early Twentieth-Century Jesuits and Seismology in the United States. *Isis*, 1998, 89:27-49.
- GHEYSELINCK, R. (1948). *La Tierra Inquieta. Una Geologia para todos*. Barcelona: Editorial Labor.
- GOHAU, G. (1988). *História da Geologia*. Lisboa: Publicações Europa América.
- GRAY, E. W. (1796). Account of an earthquake felt in various parts of England, November 18, 1795; with some observations thereon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 86: 353-381.
- GREENE, M. T. (1984). *Geology in the nineteenth century. Changing views of a changing world*. Ithaca: Cornell University Press.

- GUEDES, J. M. (1996). *A reforma de ensino secundário de 1894-1895: uma reforma contra o tempo*. Dissertação de Mestrado em Administração e Planificação em Ciências da Educação. Porto: Universidade Portucalense Infante D. Henrique.
- GUIDOBONI, E. (2002). Historical Seismology: the Long Memory of the Inhabited World. *Em* W. Lee, H. Kanamori, P. Jennings e C. Kisslinger. *International Handbook of Earthquake & Engineering Seismology*. London: Academic Press, 775-790.
- GUIMARÃES, G. (1902). Reforma do ensino secundário. *O Instituto*. Vol. 49(9): 511-533.
- HALL, M. B. (1981). Robert Boyle. *In* Charles Coulston Gillispie (ed.). *Dictionary of Scientific Biography*, 1: 377-382.
- HEILBRON, J. L. (1981). Jean-Antoine Nollet. *In* Charles Coulston Gillispie (ed.). *Dictionary of Scientific Biography*, 10: 145-148.
- HOF, U. I. (1995). *A Europa no século das Luzes*. Lisboa: Editorial Presença.
- IRIA, A. (1986). A Fundação da Academia das Ciências de Lisboa. *Em* Academia das Ciências de Lisboa (Coord.). *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, volume II. Lisboa: Academia das Ciências, 1283-1299.
- JALLES, J. (1882). Geologia. *Em* David Corazzi (ed.). *Bibliotheca do Povo e das Escolas*, 4ª Série, 31.
- JARDINE, N. & SPARY, E. (1997). The natures of cultural history. *In* N. Jardine, J.A. Secord & E. C. Spary (eds.). *Cultures of Natural History*. Cambridge: University Press, 3-13.
- KABRNA, P. (2007). *John Milne, the man who mapped the shaking earth*. Leeds: Craven & Pendle Geological Society.
- KANT, I. (2005a). Acerca das causas dos tremores de terra, a propósito da calamidade que, perto do final do ano passado, atingiu a zona ocidental da Europa. *Em* A. Araújo (Org.). *Immanuel Kant. Escritos sobre o terramoto de Lisboa*. Coimbra: Almedina, 41-54.
- KANT, I. (2005b). História e descrição natural dos estranhos fenómenos relacionados com o terramoto que, no final do ano de 1755, abalou uma grande parte da Terra. *Em* A. Araújo (Org.). *Immanuel Kant. Escritos sobre o terramoto de Lisboa*. Coimbra: Almedina, 55-105.
- KANT, I. (2005c). Considerações adicionais acerca dos tremores de terra que, de há algum tempo a esta parte, se têm feito sentir. *Em* A. Araújo (Org.). *Immanuel Kant. Escritos sobre o terramoto de Lisboa*. Coimbra: Almedina, 107-119.
- KENDRICK, T. D. (1956). *The Lisbon Earthquake*. Norwich: Jarrold and Sons Ltd.
- KRILL, A. (2011). The chicanery of the isthmian links model. *Earth Sciences History*. Vol. 30 (2): 200-215.
- LACERDA, J. (1881). Introdução às Sciencias Physico-Naturaes. *Em* David Corazzi (ed.). *Bibliotheca do Povo e das Escolas*, 1ª Série, 4.
- LEITÃO, V. (2001). The travel of Geologist Carlos Ribeiro (1813-1882) to Europe, in 1858. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, 88: 293-300.
- LEITÃO, V. (2005). As primeiras Comissões Geológicas de Portugal (1848-1868). Da criação à extinção. *Geonovas*, 19: 9-18.
- LIMA, F. (1998). *Introdução à sismologia*. Universidade de Aveiro.
- LOBÃO, C. (1999). *O ano do Vulcão 1957-1958*. Horta: Clube de Filatelia “O Ilhéu”.
- LOUREIRO, J. P. (1937). *Índices ideográfico e onomástico (Volumes 1º a 90º)*. O Instituto, Revista Científica e Literária. Figueira da Foz.
- LYELL, C. (1871). *The student's Elements of Geology*. London: John Murray.
- MACHADO, A. & FORJAZ, A. P. (1937). *VIII Escola Politécnica de Lisboa. As cadeiras de Química e os seus professores*. Lisboa: Faculdade de Ciências.
- MACHADO, F. (1960). *Atividade vulcânica da ilha do Faial (1957-58)*. 2ª. Reedição subsidiada pelo Governo Civil da Horta. Angra do Heroísmo.
- MACHADO, F. (1966). Contribuição para o estudo do Terramoto de 1 de Novembro de 1755. *Revista da Faculdade de Ciências*, XIV(1): 19-31.
- MACHADO, F. (1970). *Curso de Sismologia*. Lisboa: Junta de Investigações do Ultramar.
- MAIA, C. (1942). O Ensino das Ciências Geológicas nos Liceus e Institutos Industriais. *Actas do I Congresso Nacional de Ciências Naturais – Lisboa 1941*.

- MALAQUIAS, I.; DEMARÉE, G.; NORDLI, Ø. & LOPO, D. (2009). Volcano eruptions, earth- & seaquakes, dry fogs vs. Aristotle's *Meteorologica* and the Bible, in the framework of the eighteenth-century science history. In Vladimir Jankovic and Christina Barboza (eds.). *Weather, local knowledge and everyday life issues in integrated climate studies*. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 57-66.
- MARTINS, A. M. F. (1998). Da ciência, da cultura e dos Açores. *Açoreana*, 8(4): 441-445.
- MARTINS, A. M. F. (2001). Os pioneiros da meteorologia nos Açores. *Açoreana*, 9(3): 231-242.
- MARTINS, A. M. F. (2017). Afonso Chaves-O Homem certo no tempo certo. *Açoreana*, 11(1): 11-14.
- MARTINS, D. R. (2005). Dissertações físicas sobre o fogo elementar e as causas naturais dos terremotos. Em A. Araújo, J. Cardoso, N. Monteiro, W. Rossa e J. Serrão (orgs.). *O Terramoto de 1755. Impactos Históricos*. Lisboa: Livros Horizonte, 21-35.
- MARTINS, I. & MENDES VÍCTOR, L. A. (2001). *Contribuição para o estudo da sismicidade da região oeste da Península Ibérica*. Publicação nº 25 do IGIDL. Universidade de Lisboa, Instituto Geofísico do Infante d. Luís.
- MARTINS, I. J., & MENDES VÍCTOR, L. A. (1990). *Contribuição para o Estudo da Sismicidade de Portugal Continental*. Publicação nº 18 do IGIDL. Universidade de Lisboa, Instituto Geofísico do Infante D. Luís.
- MENDES, A. (1969). Notícia acerca do sismo de 28 de fevereiro de 1969 em Portugal Continental. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, IV(8): 273-277.
- MENDES VÍCTOR, L. A. (1992). Evolução do conhecimento da estrutura do Globo (Aspectos geofísicos). Em Academia das Ciências de Lisboa (Coord.). *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal no século XX*, volume I, Lisboa: Academia das Ciências, 185-198.
- MENDONÇA, J. J. M. de (1758). *Historia Universal dos Terremotos, que tem havido no Mundo, de que ha noticia, desde a sua criação até o seculo presente. Com huma narraçam individual do Terremoto do primeiro de Novembro de 1755, e noticia verdadeira dos seus effeitos em Lisboa, todo Portugal, Algarves, e mais partes da Europa, Africa, América, aonde se estendeu: e huma dissertação phisica sobre as causas geraes dos Terremotos, seus effeitos, diferenças, e Prognosticos; e as particulares do ultimo*. Lisboa: na Offic. de Antonio Vicente da Silva.
- MENDONÇA, M. (2004). Brotéria e a difusão da ciência em Portugal: ideário e conteúdos. Uma análise da Série de Vulgarização Científica (1907-1924). Em Hermínio Rico e José Eduardo Franco (eds.). *Fé, Ciência, Cultura: Brotéria – 100 anos*. Lisboa: Gradiva, 255-276.
- MICHELL, J. (2006). [tradução por António Coelho] Conjectures concerning the Cause, and Observations upon the Phaenomena of Earthquakes; Particularly of That Great Earthquake of the First of November, 1755, Which Proved So Fatal to the City of Lisbon, and Whose Effects Were Felt As Far As Africa, and More or Less throughout Almost All Europe. 1755, sobre as causas dos terremotos, volume 4, Público & Fundação Luso-Americana, 147-196.
- MILNE, J. (1898). *Seismology*. London: Kegan Paul, Trench, Trübner & Co. Ltd.
- MIRANDA, P. C. (2005). *O jornalismo em Portugal. Elementos para a arqueologia de uma profissão (1865-1925)*. Dissertação de doutoramento em História da Cultura Moderna e Contemporânea. Évora: Universidade.
- MIRANDA, R. (1930). *Tremores de Terra em Portugal (1923 a 1930)*. Coimbra: Instituto Geofísico da Universidade.
- MIRANDA, R. (1931). A Terra. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 1: 1-2.
- MIRANDA, R. (1932a). Coram populo... *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 6: 1-2.
- MIRANDA, R. (1932b). O sismo de Benavente e a tentativa de organização do serviço sismológico em Portugal. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 4 (Maio de 1932): 28-31.
- MIRANDA, R. (1933a). Sociedade de Meteorologia e Geofísica de Portugal. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 7: 31-32.
- MIRANDA, R. (1933b). Em plena marcha. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 11: 1-2.
- MIRANDA, R. (1933c). *Carácter sísmico de Portugal Continental no decénio de 1923-1932*. Coimbra.
- MIRANDA, R. (1934). O problema da Sismologia em Portugal, no seu duplo aspecto científico e humano. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 16: 5-23.
- MIRANDA, R. (1935). A construção anti-sísmica nos Açores. *A Terra, Revista Portuguesa de Geofísica*, 20(julho): 1-3.

- MIRANDA, R. (1936a). Uma questão nacional. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 22: 1-2.
- MIRANDA, R. (1936b). Rumo constante. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 26: 1-2.
- MIRANDA, R. (1937a). No limiar dum nôvo ano. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 31: 1-2.
- MIRANDA, R. (1937b). A influência dos fenómenos sísmicos no espírito poético português. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 31: 31-33.
- MIRANDA, R. (1942). *Introdução à sismologia*. Lisboa: Edições Cosmos.
- MONTEIRO, M.L. & SOARES, M.F.O (2010). Meteorological (and other) Instruments Revealed: The Collection of the Geophysical Institute of Porto University. *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 104: 17-21.
- MOREIRA, V. (1979). Contribuição para o conhecimento da sismicidade histórica de Portugal Continental. *Revista do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica*, 2 (3,4).
- MOREIRA, V. (1984/1991). Sismicidade histórica de Portugal Continental. *Revista do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica*, Março/Julho.
- MOREIRA, V.; CORREIA, M. J. & SILVA, M. L. (1989). Sismicidade e sismotectónica da região Portugal Continental – Açores - Madeira. *Encontro sobre Sismologia e Engenharia Sísmica*, 6 e 7 de novembro, Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 63-71.
- MOTA, T. S. (2007). *Serviços Geológicos entre 1918 e 1974*. Dissertação de doutoramento em História e Filosofia da Ciência, especialidade em Epistemologia das Ciências. Lisboa: Universidade Nova.
- MUSSON, R. M. W & CECIC, I. (2002). Macroseismology. In W. Lee, H. Kanamori, P. Jennings e C. Kisslinger. *International Handbook of Earthquake & Engineering Seismology*, London: Academic Press, 807-822.
- NARCISO, J.; CUSTÓDIO, S.; BATLLÓ, J.; LOPES, F. C.; MARTINS, D.; GOMES, C. & RIBEIRO, P. (2010). A História da Sismologia no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra. *e-Terra, Revista Electrónica de Ciências da Terra*, 15(5): 1-4.
- NAVARRO, M. (1907). Os tremores de terra estudados sem instrumentos. *Brotéria Revista de Sciencias Naturaes do Collegio de S. Fiel*. VIII: 217-231 e 262-280.
- NAVARRO, M. (1909). O recente terramoto de Messina. *Brotéria Revista de Sciencias Naturaes do Collegio de S. Fiel*. VIII: 100-109.
- NAVARRO, M. (1914). Os últimos descobrimentos em sismologia. *Brotéria*. vol. XII, pp.37-45 e 108-114.
- NAVARRO, M. (1930). O estado atual da sismologia. *Brotéria*, vol. XI: 29-34.
- NAVARRO, M. (1937). Os Jesuítas e a Sismologia. *Brotéria*, vol. I: 145-151.
- NEIMAN, S. (2005). *O mal no pensamento moderno. Uma História Alternativa da Filosofia*. Lisboa: Gradiva.
- NEIVA, J. M. C. (1986). A Geologia em Portugal no século XIX. *Em Academia das Ciências de Lisboa (Coord.). História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, volume II, Lisboa: Academia das Ciências, 711-764.
- NUNES, José C. (1998, novembro). Sismicidade histórica dos Açores. *1º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica*, Lagos, 115-122.
- NUNES, João C.; FORJAZ, V. H. & FRANÇA, Z. (2001, outubro). *Principais sismos destrutivos no Arquipélago dos Açores – Uma Revisão*. Comunicação apresentada no 5º Encontro Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica, Açores, 119-131.
- NUNES, João C.; FORJAZ, V. H. & OLIVEIRA, C. S. (2004). Catálogo sísmico da região dos Açores. *Sísmica 2004. 6º Congresso Nacional de Sismologia e Engenharia Sísmica*. Porto, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto/Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica. Disponível em: http://www.civil.uminho.pt/masonry/Publications/Sismica_2004/349-358%20c56%20Jo%20C3%A3o%20Carlos%20Nunes%20_10p_.pdf [consultado em 1/1/2012].
- NUNES, M. F. (2001). *Imprensa periódica científica (1772-1852). Leituras de “sciencia agrícola” em Portugal*. Lisboa: Estar.
- OLDROYD, D. (1994). James Hutton: the founder of modern geology? *The British Journal for the History of Science*, vol. 27(2): 213-219.
- OLDROYD, D. (2009). Geophysics and Geochemistry. *The Cambridge History of Science*, vol. 6: 395-415.

- OLDROYD, D.; AMADOR, F.; KOZÁK, J.; CARNEIRO, A.; PINTO, M. (2007). The study of earthquakes in the hundred years following the Lisbon earthquake of 1755. *Earth Sciences History*, 26(2): 312-370.
- OLIVEIRA, C. S. (1986). *A sismicidade histórica e a revisão do catálogo sísmico*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- OLIVEIRA, J. T. (2008). Nery Delgado: Pioneiro da cartografia geológica dos terrenos paleozóicos de Portugal. Em Miguel de Magalhães Ramalho (Coord.). *Nery Delgado (1835-1908), Geólogo do Reino*. Lisboa: Museu Geológico, 47-61.
- OLIVEIRA, M. L. (1992). *A Real Obra de Nossa Senhora das Necessidades*. Dissertação de Mestrado em História da Arte. Universidade Nova de Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas.
- ORESQUES, N. (1999). *The rejection of Continental Drift. Theory and method in American Earth Science*. Oxford: University Press.
- PANDORA, K. & RADER, K. (2008). Science in the Everyday World. Why Perspectives from the History of Science Matter. *Isis*, 99: 350-364.
- PAPAVERO, N.; TEIXEIRA, D. M.; & RAMOS, M. C. (1997). *A "Protogaea" de G. W. Leibniz (1749): Uma teoria sobre a evolução da Terra e a origem dos fósseis*. São Paulo: Ed. Plêiade.
- PEDEGACHE, M. T. (1756). *Nova, e fiel relação do terremoto que experimentou Lisboa, e todo Portugal No 1º de Novembro de 1755. Com algumas observaçoens Curiosas, e a explicação das suas causas*. Lisboa: Oficina de Manoel Soares.
- PEIXOTO, J. P. & FERREIRA, J. F. V. G. (1986). As Ciências Geofísicas em Portugal. Em Academia das Ciências de Lisboa (Coord.). *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, volume I. Lisboa: Academia das Ciências, 243-289.
- PEIXOTO, J. P. & FERREIRA, J. F. V. G. (1992). Desenvolvimento das Ciências Geofísicas em Portugal no século XX. Em Academia das Ciências de Lisboa (Coord.). *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal no século XX*, volume I. Lisboa: Academia das Ciências, 161-183.
- PEIXOTO, J. P. (1987). O Instituto Geofísico do Infante D. Luís e a Ciência em Portugal. Em Fernando Gil e Maria da Graça Canêlhas (Coords.). *Exposição comemorativa do 150º aniversário da Escola Politécnica e do 75º aniversário da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*. Lisboa: Universidade de Lisboa, 215-244.
- PEREIRA, A. (2006). [transcrição] Commentario Latino e Portuguez sobre o Terremoto e Incendio de Lisboa. De que foy testemunha ocular seu Autor Antonio Pereira, Padre da Congregação do Oratorio, que também o ilustrou com Notas. Em *1755, sobre as causas dos terremotos*, volume 4, Público & Fundação Luso-Americana, 215-230.
- PEREIRA, J. M. D. (1831) Elogio do Padre Theodoro de Almeida. *Historia e Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*. Tomo XI. Parte I. Lisboa: Tipografia da mesma Academia, pp.XIII-XXIV.
- PESTRE, D. (1996). Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. *Cadernos IG/UNICAMP*, 6(1): 3-56.
- PINTO, L. T. (2001). Paul Choffat's first stay with the Portuguese Geological Survey (1878-1880). *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, t. 88: 301-308.
- PINTO, M. S. (2003). Gaspar Frutuoso, a portuguese volcanologist of the 16th century. *Açoreana*, 10(1): 207-226.
- PIRES, D. (2012). *Padre Gabriel Malagrida: O Último Condenado ao Fogo da Inquisição*. Setúbal: Centro de Estudos Bocageanos.
- QUINTINO, J. (2001). *Estudos de Geotermia e Geofísica e outros Escritos*. Ponta Delgada: Sociedade Afonso Chaves.
- R.M. (1906). O Terremoto de Lisboa. *Ilustração Portuguesa, edição semanal do jornal O SECULO*, 25(13 de Agosto): 33-39.
- REID, H. F. (1914). The Lisbon Earthquake of November 1, 1755. *The Bulletin of the Seismological Society of America*, IV(2): 53-80.
- RIBEIRO, A. (1986). A evolução da tectónica em Portugal durante o século XIX. Em Academia das Ciências de Lisboa (Coord.). *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, volume II, Lisboa: Academia das Ciências, 765-771.

- RIBEIRO, A. (1992). A História da Tectónica em Portugal na primeira metade do século XX. *Em* Academia das Ciências de Lisboa (Coord.). *História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal*, volume II, Lisboa: Academia das Ciências, 961-966.
- RIBEIRO, A. (2005). O sismo de 1/11/1755: significado geodinâmico. *Em* Helena Carvalhão Buescu e Gonçalo Cordeiro (Coord.). *O Grande Terramoto de Lisboa Ficar Diferente*, Lisboa: Gradiva, 77-87.
- RIBEIRO, J. S. (1871). *História dos estabelecimentos científicos literários e artísticos de Portugal nos sucessivos reinados da Monarquia*. Tomo I. Lisboa: Tipografia da Academia Real das Ciências.
- RODRIGUEZ, A. P. (1996). História do jornalismo português. *Em* Alejandro Pizarroso Quintero, *História da Imprensa*. Lisboa: Planeta Editora, pp. 351-368.
- RODRIGUEZ, J. G. (1932 e 1940). *Catalogo sísmico de la zona comprendida entre los Meridianos 5° E. y 20° W. de Greenwich y los Paralelos 45° y 25° N*. Tomo I y II. Madrid: Direccion General del Instituto Geografico Cadastral y de Estadística.
- ROLLO, M. F. (2009). Há 140 anos: a criação da Associação dos Engenheiros Civis Portugueses. *Ingenium*, 114 (novembro/dezembro), pp.90-91.
- ROSAS, F. (2012). *Salazar e o Poder, a arte de saber durar*. Lisboa: Tinta da China.
- S.A. (1910a). Tremor de Terra do dia 23 de Abril de 1909. *Revista de Obras Publicas e Minas*, tomo XL: 264-266.
- S.A. (1910b). Os estudos seismologicos em Portugal – Seismographia, *Revista de Obras Publicas e Minas*, tomo XL: 622-632.
- S.A. (1933). União Internacional Geodésica e Geofísica. Quinta Assembleia Geral em Lisboa, de 14 a 24 de setembro e em Coimbra a 25, de 1933. *A Terra, Revista de Sismologia e Geofísica*, 10(julho): 27-32.
- SANTOS, C. (2006). Nota introdutória (Sobre o Padre António Pereira de Figueiredo e o Terramoto de 1755). *1755, sobre as causas dos terramotos*, volume 4, Público & Fundação Luso-Americana, 203-213.
- SANTOS, V. (1995). *Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (Bosquejo histórico)*. Coimbra.
- SCARTH, A. (1999). *Vulcan's Fury. Man against the volcano*. New Haven and London: Yale University Press.
- SENOS, M. L. & CARRILHO, F. (2003). Sismicidade de Portugal Continental. *Física de la Tierra*, 15: 93-110.
- SENOS, M. L. (2001). Evolução da sismicidade e da monitorização sísmica nos Açores. *Açoreana*, 9(3): 271-289.
- SERVIÇO METEOROLÓGICO NACIONAL, SECÇÃO DE GEOFÍSICA DO (1955). A sismologia em Portugal (Comunicação nº6 do Simpósio sobre a acção de sismos e sua consideração no cálculo das construções). *Boletim da Ordem dos Engenheiros*, Vol. IV, nº22 (15 de novembro), Memória nº113.
- SIMÕES, J. M. O. (1931). Francisco Luís Pereira de Sousa (1870-1931). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, tomo XVII: III-XI.
- SIMÕES, J. O. (1936). Índice geral das memórias e trabalhos que interessam à classe de Ciências. *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa. Classe de Ciências*, Tomo I: 12-61.
- SOLARES, J. (2001). *Los efectos en España del terremoto de Lisboa (1 de noviembre de 1755)*. Madrid: Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- SOLARES, J.M.M. & RODRÍGUEZ, J.M. (2002). *Catálogo sísmico de la Península Ibérica (880 a.C. – 1900)*. Madrid: Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.
- SOUSA, F. L. P. (1904). *Idéa geral dos calcareos empregados nas construções de Lisboa*. Separata da “Revista de Obras Publicas e Minas”, n. 412 a 414. Lisboa: Imprensa Nacional.
- SOUSA, F. L. P. (1909). Efeitos do Terremoto de 1755 nas construções de Lisboa. Conferencia feita na Associação dos Engenheiros Civis Portuguezes em 8 de Maio de 1909. *Revista de Obras Públicas e Minas*, tomo XL: 283-486 (pp.1-215, versão da Imprensa Nacional).
- SOUSA, F. L. P. (1914a). Sur les effets, en Portugal, du mégaséisme du 1^{er} Novembre 1755. *Comptes Rendus*, t.158: 1-3.
- SOUSA, F. L. P. (1914b). VI Principais macrosismos em Portugal (Anos de 1911, 1912 e 1913). *Comunicações do Serviço Geológico de Portugal*, tomo X: 199-233.

- SOUSA, F. L. P. (1916). Sur les mégasismes au XVIII^E dans les environs de l'effondrement en ovale lusitano-hispano-marocain. *Comptes Rendus*, t.163: 709.
- SOUSA, F. L. P. (1919). *O Terremoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo demográfico*. Volume I. Distritos de Faro, Beja e Évora. Lisboa: Serviços Geológicos.
- SOUSA, F. L. P. (1928). *O Terremoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo demográfico*. Volume III. Distrito de Lisboa. Lisboa: Serviços Geológicos.
- SOUSA, F. L. P. (1929). Alguns prognósticos possíveis do terremoto de 1755. *Boletim da Academia das Ciências de Lisboa*. Nova série – Vol. I, Outubro a Dezembro. Coimbra: Imprensa da Universidade, 98-109.
- SOUSA, F. L. P. (1930a). *O terramoto de 11 de Novembro de 1858*. Separata do “Boletim da Academia”, Nova série – Vol. II, Coimbra: Imprensa da Universidade.
- SOUSA, F. L. P. (1930b). *O terremoto de 26 de Janeiro de 1531*. Separata do “Boletim da Academia”, Nova série – Vol. II, Coimbra: Imprensa da Universidade.
- SOUSA, F. L. P. (1931). O Terramoto de 8 de Março de 1931 na Iugo-Eslávia Meridional e as Chuvas de sangue e neve de sangue em Portugal. *Boletim da Academia das Ciências de Lisboa*. Nova série – Vol. III. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- SOUSA, F. L. P. (1932). *O Terremoto do 1º de Novembro de 1755 em Portugal e Um estudo demográfico*. Volume IV. Distritos de Leiria, Castelo Branco, Coimbra, Guarda, Aveiro e Viseu. Lisboa: Serviços Geológicos.
- SOUSA, M. L.; MARTINS, A.; NUNES, J. C. & OLIVEIRA, C. S. (2001, fevereiro). Análise estatística de catálogos sísmicos da região dos Açores. *2º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica*, Évora, 99-104.
- SOUSA, M. L.; MARTINS, A.; & OLIVEIRA, C. S. (1992). *Compilação de catálogos sísmicos da região ibérica. Relatório 36/92 – Núcleo de Dinâmica Aplicada*. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- TAVARES, C. (2009). *Albert I do Mónaco, Afonso Chaves e a meteorologia nos Açores. Sociedade Afonso Chaves*. Ponta Delgada: Sociedade Afonso Chaves e Centro Interuniversitário de História das Ciências e da Tecnologia.
- TAVARES, R. (2005). A dupla morte de Gabriele Malagrida: A Real Mesa Censória e o Terramoto. Em A. Araújo, J. Cardoso, N. Monteiro, W. Rossa e J. Serrão (orgs.). *O Terramoto de 1755. Impactos Históricos*. Lisboa: Livros Horizonte, 343-350.
- TENGARRINHA, J. (1989). *História da Imprensa Periódica Portuguesa*. 2ª edição. Lisboa: Editorial Caminho.
- TEVES-COSTA, P. & BATLLÓ, J. (2005). Macroseismic effects of the 23 April 1909 earthquake near Benavente (Portugal). *250th Anniversary of the 1755 Lisbon Earthquake, 1 to 4 November 2005 – International Conference - Proceedings*, Lisboa, 394-398.
- TEVES-COSTA, P.; BATLLÓ, J.; RIO, I. & MACIÀ, R. (2005, fevereiro). O sismo de Benavente de 23 de Abril de 1909 – estado da arte. Em *4º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica*, Sesimbra, 44-49.
- TIMOSHENKO, S. (1983). *History of strength of materials: with a brief account of the history of theory of elasticity and theory of structures*. New York: Dover Publications.
- TIRAPICOS, L. (2004). O Domador do Sol. *National Geographic Portugal*, 40: s.p.
- TODHUNTER, I. (1960, versão original de 1886). *A history of the theory of elasticity and of the strength of materials from Galilei to the present time*. Vol. I (Galilei to Saint-Venant 1639-1850). Cambridge: at the University Press.
- TORRE, F. R. (1993). Lecturas sistemáticas de prensa periódica. Hacia una revisión de la sismicidad europea durante los siglos XVII y XVIII. Em M. Stucchi (ed.). *Historical Investigation of European Earthquakes. Materials of the CEC Project. Review of Historical Seismicity in Europe*. CNR-Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico, vol.1, 247-258.
- UDÍAS, A. (2012). Large earthquakes and the development of seismology. Em Ana Silva, António Araújo, António Reis, Manuela Morais e Mourad Bezzeghoud (eds.). *Two decades of earth science research. On the occasion of the 20th anniversary of the CGE*. Évora: Centro de Geofísica de Évora, 11-17.
- VASCONCELLOZ, A. (1895). Elogio Histórico do sócio honorário do Instituto de Coimbra, João Correia Ayres de Campos. *O Instituto*, XLII(6): 322-355.

- VAZ, F. A. L. (2001). Ciência e Técnica na obra de D. Frei Manuel do Cenáculo (1724-1814). Em *Actas do 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica* (Universidade de Évora e Universidade de Aveiro, 22 a 27 de Outubro de 2000). Évora: Universidade de Évora, 262-274.
- VILANOVA, S. P.; NUNES, A. C. & FONSECA, J. D. (2003). Lisbon 1755: a case of triggered onshore rupture?, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 93(5): 2056-2068.
- VOLTAIRE (2012). *Cândido ou o Optimismo* (tradução, notas e posfácio de Rui Tavares). Lisboa: Tinta da China.
- ZBYSZEWSKI, G. & FERREIRA, O. V. (1959). Rapport de la deuxième Mission Géologique. Le volcanisme de l'Île de Faial et l'Éruption du volcan de Capelinhos. *Memória dos Serviços Geológicos de Portugal*, nº4 (Nova série): 29-55.
- ZBYSZEWSKI, G. (1963). L'éruption du volcan de Capelinhos en 1957-58. *Comunicações dos Serviços Geológicos*, XLVII: 189-223.
- ZITTEL, K. A. V. (1901). *History of Geology and Paleontology*. London: Walter Scott.

Fontes para suporte a notas biográficas:

- DICIONÁRIO BIBLIOGRÁFICO PORTUGUÊS (Estudos de Innocencio Francisco da Silva aplicáveis a Portugal e ao Brasil)*. Lisboa: Imprensa Nacional.
- DICTIONARY OF SCIENTIFIC BIOGRAPHY*. New York: Charles Scribner's Sons.
- GRANDE ENCICLOPÉDIA PORTUGUESA E BRASILEIRA*. Lisboa/Rio de Janeiro: Editorial Enciclopédia.

Outras fontes (diplomas legais):

- Apêndice ao Diário do Governo*, nº393 – 1909 (5 de outubro), pp.243-274.
- Apêndice ao Diário do Governo*, nº495 – 1909 (11 de dezembro), pp.451-470.
- Decreto nº20296, de 4 de setembro de 1931 (publicado em 10 de setembro de 1931).
- Decreto-Lei nº35836, de 29 de agosto de 1946.
- Decreto-Lei nº35850, de 6 de setembro de 1946.

APÊNDICE A – Estudos sobre sismicidade, comunicação pública e desenvolvimento da ciência dos sismos, em Portugal

A1 - Sismicidade

Para além dos autores coevos, a propósito da sismicidade, no período que consideramos, outros se interessaram mais recentemente pela sismicidade histórica do território nacional, em geral (Senos e Carrilho, 2003) e, especificamente: antes do GTL (Costa e Fonseca, 2007; Dias, 2005); sobre os diversos efeitos e repercussões do GTL (Baptista e Miranda, 2005; Costa, Andrade, Seabra, Matias, Baptista e Nunes, 2005), incluindo a nível político e económico (Cardoso, 2005), bem como urbanístico e tecnológico (França, 1989); sobre os efeitos do sismo de Benavente de 1909 (Teves-Costa, Batlló, Rio e Macià, 2005); da zona insular portuguesa dos Açores (Nunes, 1998; Nunes, Forjaz e França, 2001; Nunes, Forjaz e Oliveira, 2004; Senos, 2001); internacional, ou seja, sobre os efeitos sísmicos que se fizeram sentir sobretudo noutros países (Solares, 2001; Teves-Costa e Batlló, 2005); sobre documentação dos séculos XVII e XVIII (Barata, Braga, Wagner, Guerra, Alves e Neto, 1989 - dois volumes, o primeiro interpretativo e o segundo com transcrições documentais).

A2 – Comunicação pública

Os 250 anos do GTL foram assinalados por numerosos eventos e publicações. O estudo destas edições comemorativas pareceu-nos uma boa prática de arqueologia das ideias e dos agentes da ciência dos sismos. Nem mesmo os periódicos deixaram de destacar tal efeméride, como na edição de 30 de outubro de 2005 do jornal *Público*, que dedicou nove páginas à memória do GTL e anunciava oportunamente a realização de três conferências, que viriam a decorrer no mês de novembro:

i) A da Sociedade Portuguesa de Engenharia Sísmica, que organizou uma conferência internacional sobre sismologia e história, a qual decorreu na Universidade Nova de Lisboa, de 1 a 4 de novembro. Para além da referida sociedade, integraram o comité organizador diversas entidades como a Academia de Ciências, a Academia de Engenharia, a Associação Portuguesa de Meteorologia e Geofísica, a Câmara Municipal de Lisboa, o Instituto de Meteorologia, o Instituto Geográfico Português, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, o Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil, as Universidades da Beira Interior, de Coimbra, de Évora, do Algarve, do Minho, do Porto,

dos Açores e de Lisboa, também a Universidade Nova de Lisboa e a Universidade Técnica de Lisboa, assim como o Instituto Português do Património Arquitectónico;

ii) Uma abordagem sobre literatura e cultura foi a escolhida pelo Centro de Estudos Comparatistas da Faculdade de Letras de Lisboa, organizador de uma outra conferência que decorreu nos dias 2 e 3 de novembro e que incluiu Susan Neiman entre os oradores, autora de uma história alternativa da Filosofia, baseada na tese de que “a filosofia dos séculos XVIII e XIX foi guiada pelo problema do mal” (Neiman, 2005: 22), e na qual o GTL era apresentado como o acontecimento em redor do qual nasceu a distinção entre mal natural e mal moral, como resultado das explicações naturais se terem sobreposto às sobrenaturais. As explicações naturais foram explicitamente apoiadas pelo primeiro-ministro de Portugal na altura, que deste modo assumiu o regresso à normalidade como uma questão meramente prática, como defendeu a autora e oradora da referida conferência (Neiman, 2005);

iii) E nos dias 3 e 5 de novembro de 2005, em Lisboa, decorreu o Colóquio Internacional *O Terramoto de 1755: Impactos Históricos*. Este colóquio foi realizado sob a égide do Departamento de História do Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa e do Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa, e as comunicações foram mais tarde reunidas numa publicação que foi assumida pelos seus organizadores como a “memória científica e histórica da passagem dos 250 anos do Grande Terramoto de 1755” (Araújo *et al*, 2005: 5). Os textos estão organizados de acordo com os seguintes temas: registos históricos e científicos; impactos económicos, sociais e políticos; terramoto, cultura e filosofia; urbanismo. Os autores são especialistas de áreas disciplinares tão diversas como a física, a arquitetura, a história, a história da arte, e a história e filosofia da ciência e da tecnologia.

Numa parceria com a Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, o jornal *Público* lançou uma edição comemorativa em quatro livros, sobre o GTL, apresentados como inéditos. O primeiro volume foi especificamente dedicado às descrições do terramoto de 1755, o segundo à proteção anti-sísmica, o terceiro às providências adotadas pelo Marquês de Pombal na sequência do terramoto e o quarto às causas dos terramotos. Destaque no primeiro volume para o contributo de Carlos Sousa Oliveira, que descreve o terramoto de 1755, a sua extensão, causas e efeitos, e para o contributo de Luís Alberto Mendes Victor, sobre os grandes terramotos, apresentando em anexo trinta e sete locais do planeta onde ocorreram grandes catástrofes, nos últimos dois mil anos, em consequência de terramotos que apresentam características que

relaciona com as do sismo de 1 de novembro de 1755. Ambos são autores de catálogos sísmicos, tendo por base a sismicidade histórica de Portugal. Destaque ainda, no quarto e último volume, para a reprodução em fac-símile do manuscrito original de John Michell e respetiva tradução por António Coelho (FLAD e *Público*, 2005), sendo conteúdo do manuscrito a comunicação à Royal Society de uma original interpretação, para a época, da causa e das observações sobre o GTL.

Uma outra obra publicada sobre o tema, por ocasião do aniversário do GTL, foi “O Grande Terramoto de Lisboa, Ficar Diferente”, que reuniu ensaios de autores nacionais e estrangeiros e foi patrocinada pela Fundação Cidade de Lisboa, constituindo um “sismograma dos efeitos culturais do terramoto”, de acordo com as palavras prévias dos coordenadores da obra (Buescu e Cordeiro, 2005: 16). Também a obra que João Duarte Fonseca dedicou ao terramoto de Lisboa de 1755, patrocinada pela Câmara de Lisboa, teve uma edição em 2004 e outra no início de 2005. Nesta obra, cujo texto foi apresentado simultaneamente em língua portuguesa e inglesa, existe um capítulo dedicado ao nascimento da sismologia moderna, que destaca, na sequência do GTL, os contributos de Kant, Michell e do próprio Marquês de Pombal, através do “primeiro questionário sismológico elaborado em moldes científicos” (Fonseca, 2005: 123).

Numa outra publicação, esta de matriz periódica, a edição de novembro de 2005 da revista *National Geographic Portugal* dedicou, para além da capa, vinte e seis páginas ao GTL, sobre os efeitos do terramoto e a reconstrução da cidade, e era acompanhada de um mapa que ilustrava Lisboa antes e depois do Terramoto. Não sendo merecedor de capa, os terramotos foram, no entanto, um tema novamente em destaque na edição de abril de 2006, cem anos depois do terramoto de S. Francisco (é referido na revista que a sismologia moderna “nasceu dos escombros” desta cidade), com oferta de um mapa, mas agora dedicado às zonas de risco sísmico a nível mundial.

Embora não especificando ser uma comemoração, mas talvez a ocasião do 250º aniversário do GTL tenha estimulado a Academia de Ciências de Lisboa a organizar, na sequência da descoberta, em 2004, de restos mortais de vítimas do terramoto de 1 de novembro de 1755, um colóquio onde participaram também as Academias Portuguesas da História, de Marinha, de Engenharia e a Sociedade de Geografia de Lisboa. Desse colóquio realizado em 26 e 27 de fevereiro de 2007 resultou um volume inserido nas Memórias da Academia das Ciências de Lisboa (Academia das Ciências de Lisboa, 2011).

A3 – Desenvolvimento da ciência dos sismos

As interpretações sobre os sismos já foram objeto de estudo por outros autores: uma análise das dissertações de Teodoro de Almeida que considerava que os terremotos têm causas naturais, relacionadas com o “fogo elementar” e com a “origem e sustentação dos fogos subterrâneos”, sendo a origem do terremoto a “inflamação subterrânea” resultante de uma mistura de minerais, uma ideia com base na experiência de Nicolas Lémery (Martins, 2005); uma comunicação apresentada à Academia de Ciências de Lisboa, com doze referências a Teodoro de Almeida e oito a Moreira de Mendonça, que conclui que estes autores portugueses setecentistas embora interpretassem o GTL como fenómeno natural, as causas naturais eram “causas segundas” e estas dependiam da “causa primeira” que era a vontade de Deus, ou seja, um castigo de Deus (Carvalho, 1987b); a influência de Suess em Pereira de Sousa para a utilização da tectónica na interpretação dos sismos (Carneiro e Mota, 2005); um desenvolvimento histórico das causas dos sismos, desde o Período Clássico até à teoria da tectónica de placas, iniciada nos anos sessenta do século XX (Lima, 1998).

Os principais desenvolvimentos no estudo dos terremotos nos cem anos que se seguiram ao GTL originou um texto escrito por um grupo de investigadores nacionais e estrangeiros, considerando que o terremoto em si não trouxe avanços científicos significativos, uma vez que não se fazia então uma recolha sistemática e precisa de dados sísmicos, com intenção de estudar o acontecimento sísmico, algo que só veio a acontecer depois de 1855, com o desenvolvimento de aparelhos detetores e registadores dos sismos (Oldroyd, Amador, Kozác, Carneiro e Pinto, 2007). Este período é classificado pelos autores do texto como uma fase “pré-paradigma” da sismologia. Apesar dos progressos feitos na sequência do GTL, como a formulação da teoria da transmissão ondulatória dos abalos provocados pelos sismos, os autores referem que os terremotos ocorridos na Calábria (1783) terão sido mais indutores de um exame sistemático dos efeitos do sismo, o que permitiu o reconhecimento de que a intensidade de um sismo podia ser estimada a partir dos danos provocados e favorecido a ideia de elaboração de mapas de isossistas. Na primeira metade do século XIX, os mapas de isossistas foram desenvolvidos e compilaram-se catálogos sísmicos, procurando (sem resultados úteis) estabelecer correlações entre a frequência de ocorrência dos sismos e condições meteorológicas e astronómicas (Oldroyd, Amador, Kozác, Carneiro e Pinto, 2007).

Também Coen (2013) apresenta apontamentos históricos dos primórdios da sismologia, a “ciência do desastre”, desde Lisboa (GTL) até Richter. No início do século XX, num período de desenvolvimento da sismologia instrumental, os suíços defenderam que os instrumentos não permitiam um conhecimento completo do acontecimento sísmico. Antes de 1878, quando a Comissão Sismológica Suíça iniciou funções, muitos tremores de terra não eram reconhecidos como tal, mas nas duas décadas seguintes houve uma melhoria do valor das observações efetuadas. Para este registo terá contribuído o trabalho de François-Alphonse Forel (1841-1912) e da Comissão em treinar os cidadãos a observar de forma científica os sismos, estabelecendo um diálogo entre cientistas e observadores leigos baseado em definições padrão e uma linguagem acessível (Coen, 2013). Esta autora introduz a ideia de cada pessoa funcionar como um sismógrafo, um “sismógrafo humano”, e que os aparelhos sismográficos não substituem os testemunhos humanos, realçando a importância de uma abordagem não instrumental, a mesma que foi seguida pelo estudo oficial do TB e inspirada, precisamente, na da Comissão Sismológica Suíça.

Na sequência do GTL, foi pela primeira vez interpretado (pelo já referido Michell) que os abalos que caracterizam os sismos eram resultado da propagação de ondas na superfície sólida da Terra. Esta interpretação permitiu que o estudo do acontecimento sísmico pudesse passar a ser feito no âmbito de uma abordagem física e matemática. E foi precisamente o desenvolvimento das ciências geofísicas o objeto de uma comunicação de Peixoto e Ferreira (1986) por ocasião do II centenário da Academia das Ciências de Lisboa. A comunicação foi publicada numa obra que reuniu as comunicações do I colóquio dedicado à história e desenvolvimento da ciência em Portugal (até ao século XX), realizado em Lisboa, de 15 a 19 de abril de 1985. Estes autores consideram duas fases para o desenvolvimento das ciências geofísicas em Portugal até ao século XX: a fase proto-histórica e a fase histórica.

A fase proto-histórica estendeu-se até ao século XVIII e corresponde à observação e descrição qualitativa dos fenómenos ocorridos, à escala planetária, na Terra. Esta fase tem como fontes principais a tradição oral, documentos de índole religiosa, documentos históricos, legislação, arquivos e obras literárias. A propósito desta fase, Peixoto e Ferreira (1986) indicam as fontes disponíveis para o estudo da sismicidade histórica de Portugal, destacando a *Historia Universal dos Terramotos*, de Moreira de Mendonça (1758), um catálogo sísmico que inclui uma descrição do terramoto de 1755 e outros sismos sentidos em todo o Globo até àquela época. Já no

século XX, Pereira de Sousa prolongou o trabalho de Moreira de Mendonça a propósito do terramoto de 1755. Esta secção sobre a sismicidade em Portugal, com cerca de duas páginas e que remete para um apêndice de seis páginas que apresenta uma lista dos principais sismos (vinte e seis) que afetaram o território de Portugal continental, extraída de Moreira (1979), destaca ainda como repercussão do terramoto de 1755 o já referido questionário sismológico mandado elaborar pelo Marquês de Pombal e distribuir por todos os párcos, uma das primeiras tentativas para recolha de informações macrossísmicas, com carácter sistemático, em Portugal.

Quanto à fase histórica das ciências geofísicas, Peixoto e Ferreira (1986) consideram que se iniciou a partir da altura em que se passaram a fazer medições sistemáticas das observações e a quantificar a fenomenologia natural, que ocorria na atmosfera, nos oceanos ou no globo (século XVIII). Em Portugal, o terramoto de 1755 contribuiu para a transição da fase proto-histórica, que também se fez devido à ação da Academia das Ciências de Lisboa, incentivando e publicando os resultados das observações e, posteriormente, dos Observatórios Meteorológicos das Escolas Superiores. Os autores dedicam alguma atenção ao desenvolvimento geral dos conhecimentos científicos que permitiram o estabelecimento definitivo da sismologia como ciência, incluindo os contributos da Matemática e da Física. O terramoto de 1 de novembro de 1755, por ter chamado a atenção para o fenómeno e impulsionado os estudos sismológicos, e o já referido questionário, pelo carácter científico que nele podemos encontrar, são os contributos “nacionais” destacados pelos autores para o desenvolvimento da sismologia.

Quanto às observações sismográficas em Portugal, os mesmos autores referem que só começaram em 1902, com a instalação de um sismógrafo em Ponta Delgada e outro na Horta, pelo Serviço Meteorológico dos Açores e, no continente, em 1904, com a instalação no Observatório Magnético e Meteorológico da Universidade de Coimbra de um sismógrafo adquirido em 1900. Mas “o primeiro sinal da concretização em Portugal do conceito de «serviço geofísico do Estado» na especialidade da sismologia, idêntico ao de «serviço meteorológico do Estado» e associado a este” (Peixoto e Ferreira, 1986: 271), que foi a designação do Observatório do Infante D. Luís como estação central de sismologia (1910), só ocorreu após o terramoto de Benavente.

Esta obra dedicada à história e desenvolvimento da ciência em Portugal até ao século XIX conta ainda com uma comunicação que consideramos relacionada com o desenvolvimento da ciência dos sismos (interpretação da origem dos sismos). A

evolução da tectónica em Portugal foi o tema abordado por Ribeiro (1986), uma comunicação de sete páginas que destaca o estudo de Carlos Ribeiro sobre a região de S. Pedro da Cova (1858), na sequência de um anterior estudo com influência da escola inglesa de Daniel Sharpe, como fundador da Tectónica em Portugal. Carlos Ribeiro foi ainda co-autor da primeira carta geológica de Portugal (1876), na escala 1:500000. Ao estabelecer uma síntese tectónica à escala do globo, Suess foi o autor que Ribeiro (1986) destacou a nível internacional.

Num outro colóquio sobre história e desenvolvimento da Ciência em Portugal, mas este dedicado ao século XX, Ribeiro (1992) voltou a abordar a história da tectónica em Portugal. A tectónica era uma disciplina da Geologia, então associada à estratigrafia, mas importante para a compreensão do mecanismo de geração dos sismos. Os estudos atuais para determinar o risco sísmico da região de Lisboa deviam apoiar-se, considerava este autor, na *Memória* de Choffat e Bensaúde (1911) sobre o sismo de Benavente e no estudo de Pereira de Sousa (1919-1932) sobre o sismo de 1755, por inaugurarem os estudos de sismicidade histórica em Portugal, segundo uma “perspetiva moderna” (Ribeiro, 1992: 963).

Ainda a propósito do colóquio dedicado à história e desenvolvimento da ciência em Portugal no século XX, Peixoto e Ferreira (1992) dedicam uma comunicação ao desenvolvimento das ciências geofísicas em Portugal, realçando a decadência das ciências geofísicas em Portugal, no início do século XX, que resultou na dispersão dos serviços meteorológicos. O terramoto de Benavente, em 1909, que teve repercussões na reorganização dos serviços de sismologia e no reapetrechamento dos próprios observatórios, também tem destaque nesta comunicação. O ressurgimento das ciências geofísicas em Portugal vai ocorrer apenas a partir da década de 40, com a criação do Serviço Meteorológico Nacional e a instituição em cada uma das Faculdades de Ciências do país do curso de ciências geofísicas, em 1946. Portugal integrou a União Geodésica e Geofísica Internacional, fundada em 1919, e o Serviço Meteorológico Nacional, depois de criado, vai manter uma participação internacional ativa, sendo disso exemplo o Ano Geofísico Internacional, lançado em 1958/1959, que envolveu mais de 120 países (Peixoto e Ferreira, 1992).

Uma outra comunicação que integrou o referido colóquio sobre história e desenvolvimento da Ciência em Portugal no século XX foi a de Luis Alberto Mendes Victor. Os aspetos geofísicos da evolução do conhecimento da estrutura do globo foram o tema desta comunicação, com uma parte significativa dedicada especificamente à

sismologia. O autor considera que o terramoto de Benavente provocou o “despertar dos órgãos do poder”, conduzindo a um “forte empenhamento na organização de um serviço de observações sismológicas” (Mendes Victor, 1992: 186). À medida que foram sendo instalados sismógrafos, foi-se tornando “premente” a organização de um serviço sismológico nacional e o estabelecimento e funcionamento de uma rede sismográfica. No período que foi do terramoto de Benavente (1909) até à criação do Serviço Meteorológico Nacional (1946), a comunidade científica manifestou “interesse profundo pela sismicidade em Portugal” (Mendes Victor, 1992: 188).

E foi na Secção de Geofísica do Serviço Meteorológico Nacional (ainda com menos de uma década de idade), que foi produzida uma comunicação sobre a sismologia em Portugal, que considerava três épocas de evolução: até 1909, de 1910 a 1946 e depois de 1946. O terramoto de Benavente de 1909, que “provocou medidas do Governo destinadas a estabelecer um serviço de observações sismológicas com carácter permanente” (Serviço Meteorológico Nacional, 1955: 3) e a instituição do Serviço Meteorológico Nacional em 1946 são os marcos cronológicos desta organização das atividades sismológicas. Uma atenção especial à sismologia instrumental resulta na descrição dos sismógrafos disponíveis, na época, nas estações sismográficas existentes em território “metropolitano” e “ultramarino”: Porto, Coimbra, Lisboa, Ponta Delgada, Angra do Heroísmo e Lourenço Marques. As três primeiras estações estavam associadas aos Institutos Geofísicos das respetivas universidades (Serviço Meteorológico Nacional, 1955).

O contributo do Instituto Geofísico D. Luís para o desenvolvimento das ciências geofísicas foi merecedor de um capítulo numa edição comemorativa do 150º aniversário da Escola Politécnica e do 75º aniversário da Faculdade de Ciências. Este instituto foi o sucessor do observatório meteorológico (de Lisboa), o “primeiro estabelecimento da sua categoria que existiu em Portugal” (Peixoto, 1987: 217) criado precisamente pela Antiga Escola Politécnica, em 1853. O autor deste texto, também co-autor das já referidas comunicações integradas nas publicações comemorativas do II centenário da Academia das Ciências de Lisboa, destacava o desenvolvimento da Matemática e da Física para a evolução das ciências geofísicas e, em Portugal, o papel da Academia das Ciências de Lisboa e do Observatório do Infante D. Luís. A criação do Serviço Meteorológico Nacional e a criação da Licenciatura em Ciências Geofísicas na década de 40 possibilitaram o “ressurgimento” das ciências geofísicas em Portugal, tendo o Instituto Geofísico do Infante D. Luís contribuído através das suas funções de

“estabelecimento universitário de ensino”, com aulas teóricas e trabalhos práticos das cadeiras de Meteorologia e Geofísica e organizando estágios para os meteorologistas e outro pessoal técnico do Serviço Meteorológico Nacional.

Quanto ao Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, que foi fundado em 1864 como observatório meteorológico, uma resenha histórica foi elaborada por um funcionário da própria instituição (Santos, 1995) e estudos mais recentes dão conta dos registos e dos instrumentos utilizados especificamente no estudo da sismologia, depois de iniciadas as observações sísmicas de forma regular em 1903 (Custódio, Ribeiro, Martins, João, Batlló, Lopes e Gomes, 2010; Narciso, Custódio, Batlló, Lopes, Martins, Gomes e Ribeiro, 2010; Custódio, Batlló, Martins, Antunes, Narciso, Carvalho, Lima, Lopes, Ribeiro, Sleeman, Alves e Gomes, 2012). Nestes estudos intervém Josep Batlló, autor de um catálogo inventário de sismógrafos antigos espanhóis. De referir que a instalação do primeiro sismógrafo em território espanhol (e da Península Ibérica) ocorreu em 1898, em Cádiz (Batlló, 2004). Batlló deu especial atenção ao estudo do TB com base em registos históricos e instrumentais (Teves-Costa e Batlló, 2005; Teves-Costa, Batlló, Rio e Macià, 2005).

Um outro estudo no âmbito da história das ciências geofísicas em Portugal destacou o desenvolvimento da meteorologia nos Açores (Tavares, 2009). A localização do arquipélago próxima “da região onde se geravam muitas das tempestades que atingiam as costas europeias” (Tavares, 2009: 261), inspirou Albert I do Mónaco a projetar um serviço meteorológico internacional para os Açores. Afonso Chaves (1857-1926) foi um militar autodidata que colaborou no projeto com o monarca, e que o governo de Portugal nomeou como diretor do Serviço Meteorológico dos Açores, quando optou por uma versão nacional do projeto original. Afonso Chaves montou, em 1902, em S. Miguel, “o primeiro posto sismográfico do país” (Tavares, 2009: 292), dando início aos estudos de sismologia (instrumental) em Portugal.

APÊNDICE B – Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755

TABELA B1. Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755, tendo em atenção as localidades mais afetadas, as observações e os danos resultantes, e a fonte histórica onde estão referenciados. Os comentários têm em atenção se o sismo em causa está compendiado em catálogos modernos. Extraído de Mendonça (1758).

Data	Localidades mais afetadas	Danos/Observações	Fonte	Comentário
-60 (por estes anos...)	Costas de Portugal e Galiza	Um terramoto horrível, que arruinou muitos edifícios e lugares inteiros. O mar excedendo os seus ordinários limites cobriu muitas terras [...].	Faria. Eur. Portug.	Este sismo consta no catálogo de Oliveira (1986: 133) como tendo ocorrido no ano 63 a.C., havendo dúvida no mês. Consta no catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005: 32-33).
33	Sentido em todo o Globo terráqueo	Foi muito formidável em Portugal, porque se mostravam rochas abertas desde aquele tempo (Brito. Monarch. Lusit. p.2).	Baron. Annal. Eccles. T. I Euseb. Caesar. Chronicon.	No catálogo de Oliveira (1986: 133) consta a referência a um terramoto ocorrido em 33a.C. [O Terramoto sucedido na morte de Cristo, foi o maior, que tem experimentado o mundo (Mendonça, 1758: 18).]
309 (22 de fevereiro)	Portugal e toda a Europa	Espantoso terramoto.	S. Maria. Ann. Histor.	Moreira (1984) concluiu que este sismo ocorreu, na verdade, em 1279, mas nem uma data nem a outra constam no catálogo de Oliveira (1986).
382	Quase todo o orbe, terras marítimas de Portugal	Subverteram-se ilhas.	Brito. Monarch. Lusit. P.2	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133), havendo dúvida no mês. Consta no catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005: 33).
1033 (29 de junho)	Portugal	Sucedeu um eclipse do Sol e depois um grande terramoto.	Livro da Noa de Santa Cruz Provas da Hist. Gen.	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133), mas não refere Moreira de Mendonça como fonte.
1309 (22 de fevereiro)	Portugal e toda a Europa	Supomos da sua extensão, que causaria muitas ruínas [...] Seguiu-se uma violenta peste.	Brandão. Mon. Lus.	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133). [Moreira (1984: 7) concluiu que este sismo é o mesmo que o de 309 e terá ocorrido em 1279. Costa e Fonseca (2007: 12) confirmam que o abalo ocorreu em 1309, de acordo com a “unanimidade da informação”, considerando haver um erro de interpretação.]
1318 (21 de setembro)	Portugal	Grande terramoto.	Livro da Noa. Provas da Hist. Gen.	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133), mas não refere Moreira de Mendonça como fonte.

TABELA B1. Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755 (continuação).

Data	Localidades mais afetadas	Danos/Observações	Fonte	Comentário
1320 (9 de dezembro)	Portugal	Três terremotos no espaço de três horas: o primeiro grande, o segundo maior e o terceiro tão violento, que se estendeu por todo o orbe.	S. Maria. Chron. Barcin. T.3	O Padre Santa Maria põe este grande terramoto no ano seguinte, mas Moreira de Mendonça (p.44) segue o Livro da Noa de Santa Cruz, cujas memórias foram escritas no tempo do evento. Moreira (1984) refere que a mesma fonte indica a data de 1321, que é a que consta no catálogo de Oliveira (1986: 133), com dúvida no mês.
1337 (Vigília de Natal, antes da meia noite)	Portugal	Tremeu fortemente a terra.	Livro da Noa	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133), com dúvida no dia, mas não refere Moreira de Mendonça como fonte. [Costa e Fonseca (2007), tendo como fonte documental o Livro da Noa, localizam as ocorrências sísmicas em Lisboa.]
1344	Lisboa	Terramoto grande que destruiu a capela mor da Sé. Arruinaram-se muitos edifícios. Morreu muita gente e entre esta o Almirante de Portugal.	Fr. Raphael de Jesus. Mon. Lus. P.7 Garibai T.4 Mariana L.16	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133), com localização em Benavente.
1347 (28 de novembro)	Portugal	Grande Terramoto. Em França, foi tão violento, que postrou cidades, e abriu uma profunda cova [...].	Livro da Noa Provas da Hist. Gen. T.I. p.383. Mezaray Hist. de França. T.2.p.418	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133), com localização em Coimbra. Não refere Moreira de Mendonça como fonte. [Costa e Fonseca (2007), tendo como fonte documental o Livro da Noa, localizam as ocorrências sísmicas em Coimbra e Lisboa.]
1355 (11 de junho e 4 de agosto)	Portugal	Dois notáveis tremores de terra, precedidos pelas maiores secas que os homens viram.	Provas da Hist. Geneal. T.I. p.383	Apenas o de 11 de junho consta no catálogo de Oliveira (1986: 133), mas Moreira de Mendonça não é referido como fonte. [Costa e Fonseca (2007), tendo como fonte documental o Livro da Noa, localizam ambos os sismos em Coimbra e Lisboa.]

TABELA B1. Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755 (continuação).

Data	Localidades mais afetadas	Danos/Observações	Fonte	Comentário
1356 (24 de agosto)	Portugal (terras marítimas de Espanha)	Tremeu a terra por espaço de um quarto de hora, tão fortemente, que os sinos se tangeram por si mesmo. Abriu-se a Capela mor da Sé de Lisboa. Caíram muitas casas, outras se abriram ou ficaram arruinadas. Durou com intervalos um ano. Foi geral em todo o mundo. Este grande Terramoto foi muito semelhante ao que depois padeceu Portugal em 1531 e ao que experimentámos em 1755.	Mariana. Hist. Gen. T.I.L.16.c.21 S. Maria Ann. Hist. T.2 24 de Agosto, n.I. Livro da Noa	Consta no catálogo de Oliveira (1986). [Costa e Fonseca (2007), tendo como fonte documental o Livro da Noa, o Livro das Lembranças, a Crónica de D. Pedro I de Castela e a Chancelaria de D. Pedro I, precisam a localização das ocorrências sísmicas em Alcobaça, Lisboa e arredores, Setúbal e Algarve (Silves).]
1366 (18 de julho)	Portugal	Durou meio minuto mas não fez dano considerável.	Provas da Hist. Geneal. T.I. p.384	Consta no catálogo de Oliveira (1986) como tendo ocorrido em 1362, com dúvidas no mês. [Costa e Fonseca (2007), tendo como fonte documental o Livro da Noa, o Livro dos Copos, a Chancelaria de D. Fernando e a Chancelaria de D. João I, precisam a data como 18 de junho e a localização das ocorrências sísmicas em Lisboa e no Algarve (Silves e Loulé).]
1395 (20 de agosto)	Portugal	Grande Terramoto, mas não fez dano algum por ser de pouca duração.	Provas da Hist. Geneal. T.I. p.388	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133), com localização em Coimbra, mas Moreira de Mendonça não é referido como fonte. [Costa e Fonseca (2007), tendo como fonte documental o Livro da Noa, localizam as ocorrências sísmicas em Coimbra e Lisboa.]
1404 (maio)	Portugal	Tremeu a terra fortemente, por espaço de um “Miserere”.	Provas da Hist. Geneal. T.I. p.390	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133) como tendo ocorrido a 1 de maio. [Costa e Fonseca (2007), tendo como fonte documental o Livro da Noa, precisam a data como sendo 3 de maio e a localização das ocorrências sísmicas em Lisboa.]

TABELA B1. Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755 (continuação).

Data	Localidades mais afetadas	Danos/Observações	Fonte	Comentário
1504	Portugal	Foram tão violentos os terramotos que subverteram povoações inteiras.	Faria. Europa Port. T.2	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 133) como tendo ocorrido a 5 de abril. [Costa e Fonseca (2007), tendo como fonte documental a Crónica de D. Manuel I, o Livro o Tombo de Propriedades (...) de C. do Ribatejo e Da vida e feitos d'El rei D. Manuel precisam a localização das ocorrências sísmicas em Lisboa, Castanheira do Ribatejo e Algarve.] Consta no catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005: 33).
1522 (22 de outubro)	Ilha de S. Miguel (Vila Franca)	Houve um horroroso terramoto, o qual desligou um monte que enterrou Vila Franca. Repetiram-se naquele dia mais quatro [...] tremores de terra. [...] Passaram os mortos de 5 mil pessoas. [...] Estendeu-se o estrago por outras vilas, e lugares daquela ilha, em que ficaram arruinadas muitas igrejas e casas.	Cordeiro. Histor. Insul. L.5	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 134), com localização em Almaria, como tendo provocado muita ruína e agitado o Mediterrâneo, mas Moreira de Mendonça não é referido como fonte. Consta no catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005: 34).
1531 (26 de janeiro)	Lisboa. Padeceram muito Santarém, Azambuja, Almeirim e outras povoações vizinhas. Foi sentido em África e fez grandes estragos em Tunes.	Em 7 de Janeiro se começaram a sentir grandes tremores de terra em todo o Reino. Foi tão grande o terramoto que postrou muitos templos, Palácios e mais de 1500 casas, com morte de grande número dos seus habitantes, ficando quase todas as mais inabitáveis. Assolou muitos lugares vizinhos e se estendeu por mais de setenta léguas. Durou muito tempo a repetição dos movimentos da terra. [Moreira de Mendonça começa por considerar este terramoto quase semelhante ao último experimentado (o de 1755), mas coloca a hipótese de ser “maior”, pois 1500 casas, na época, seriam a quarta parte da cidade.]	Garibai. Compend. Histor. Tom.4 Sandoval. Histor. De Carlos V. Part.2 S. Maria. Ann. Hist. Barbosa. Fastos da Lusit. Couto. Hist. Da Ind.	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 134), com localização em Vila Franca de Xira. [Costa e Fonseca (2007) assinalam este sismo como o primeiro sismo histórico passível de análise pormenorizada, devido a uma maior riqueza de fontes documentais. Foi assim possível precisar a sua intensidade sísmica e as coordenadas epicentrais. Este terramoto terá tido intensidade IX em Castanheira, Benavente, Vila Franca e Lisboa, pelo que a origem do sismo pode ser associada à falha do Vale inferior do Tejo (Moreira, 1984: 21, 24 e 63).] Consta no catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005: 34-36).

TABELA B1. Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755 (continuação).

Data	Localidades mais afetadas	Danos/Observações	Fonte	Comentário
1551 (28 de janeiro)	Lisboa	Choveu água cor de sangue e sobreveio um terramoto, em que caíram mais de 200 casas e morreram mais de duas mil pessoas.	Santa Maria. Anno Hist. T.I	Não consta no catálogo de Oliveira (1986). [Moreira (1984) considera que deverá tratar-se de um desprendimento de terrenos, ocorrido em 1512, de acordo com a Miscelânea, escrita por Garcia de Resende (que foi contemporâneo do acontecimento).]
1562	Ilhas de São Jorge e do Pico	Sem mais dano que o temor da gente (ilha de S. Jorge). Quase todos os moradores da ilha do Pico foram retirados.	Menezes. Chron. De El Rey D. Sebast.	---
1563 (26 de junho)	Ilha de S. Miguel	Um terramoto dos mais horríveis de que há memória. Depois de grandes abalos se abriram dois vulcões [...] Foi grande a perda dos edifícios e fazendas.	Menezes. Chron. De El Rey D. Sebast. Santa Maria. Anno Hist. T.2 Cordeiro. Hist. Ins. L.5	---
1572 (25 de setembro)	Ilha do Pico	Tremeu a terra [...] por espaço de 5 minutos com grande estrondo subterrâneo. Rebentou uma montanha [...] e por cinco aberturas saiu tanto fogo [...] que se viu de todas as ilhas Terceiras.	Cordeiro. Hist. Ins. L.8	---
1575 (7 de junho)	Lisboa	Impulso tão violento que se abalaram todas as casas.	Santa Maria. Anno Hist. T.2	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 134) como tendo causado pânico mas sem danos.
1580 (1 de maio)	Ilha de São Jorge	Sentiram-se numerosos tremores de terra até que rebentaram cinco vulcões, formando igual número de ribeiros de fogo [...] Caíram muitas casas e houve muita perda. Foi vista uma nuvem abrasadora que matou alguns homens. A cinza foi tanta que entulhou as portas das casas.	Cordeiro. Hist. Ins. L.7	---
1591 (26 de julho)	Na ilha de S. Miguel um terramoto durou até 12 de agosto.	Arruinaram-se a maior parte dos edifícios. Elevaram-se colunas nas planícies e abateram-se montes.	Buffon. Hist. Natur. T. I. art. XVI	Buffon (1747: 516) refere que no dia seguinte também as ilhas Terceira e Faial foram violentamente sacudidas.

TABELA B1. Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755 (continuação).

Data	Localidades mais afetadas	Danos/Observações	Fonte	Comentário
1598 (8 de julho)	Lisboa	Tremeu a terra [...] com uma comoção tão violenta que caía a gente por terra. Repetiu mais duas vezes com pequeno intervalo de tempo e com o mesmo impulso.	Santa Maria. Anno Hist. T.2	Moreira (1984: 25) recorre à mesma fonte que Moreira de Mendonça e corrige a data para 28 de julho, a mesma que consta no catálogo de Oliveira (1986: 134).
1601 (8 de setembro)	Toda a Europa e Ásia.	Sentiu-se um violentíssimo terramoto.	Zahn. Mundus Mirabilis	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 134), sendo Moreira de Mendonça a única fonte referida.
1612	Lengovia e Belebelda	[...] Este foi acompanhado de tempestades, que causaram muitas ruínas nas terras marítimas. Nas costas de Portugal pereceram sessenta navios [...].	Carrilo. L.6	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 134), sendo Moreira de Mendonça a única fonte referida.
1614 (14 de maio)	Horroroso terramoto na ilha Terceira	Arruinaram-se todos os edifícios: 28 Templos caíram por terra. Foram grandes as ruínas de vidas, casas e fazenda. Na Vila da Praia, uma só casa não ficou em pé.	Santa Maria. Anno Hist. T.2	Também Buffon faz referência a este terramoto na sua Hist. Nat. p.515.
1630 (2 de setembro)	Ilha de S. Miguel	[Terramoto] com impulso tão veemente [...] continuaram os tremores com poucos intervalos, até [...] se ouviu um medonho estampido, com o qual se abriu um vulcão na terra, de que saíram tão ardentes e furiosas chamas, que num instante devoraram grande número de árvores, muita copia de gado e dois lugares inteiros, com perto de 200 pessoas.	Santa Maria. Anno Hist. T.3	---
1638 (3 de junho)	Ilha de S. Miguel	Havendo precedido grande terramoto oito dias antes, se abriu o fundo do mar [...] sem que o peso das águas [...] pudesse rebater a impetuosa fúria do fogo.	S. Maria Anno Hist. Tom.2	---
1652 (12 de outubro)	Ilha de S. Miguel (Vila de Alagoa)	Antemanhã começou um grande terramoto, tão forte, que na Vila de Alagoa caíram muitas casas. Assim durou sete dias, e no sábado 19 de outubro [...] rebentou o pico do Payo [...] saiu grande copia de fogo, pedras e cinza. Em 1656, em 18 de outubro, tornaram a repetir grandes terramotos, mas sem dano.	Cordeiro. Hist. Insul. L.5.	---

TABELA B1. Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755 (continuação).

Data	Localidades mais afetadas	Danos/Observações	Fonte	Comentário
1672 (12 de abril)	Ilha do Faial	Pelas 4 horas da manhã se começaram a sentir tremores de terra, que duraram 20 dias, repetindo-se com breve interpolação. Em Sexta da Paixão [...] foi tão grande o terramoto [...] ficou a terra num balanço continuado, e se distinguiram naquela noite 45 tremores grandes. No Sábado [...] rebentou o fogo [...] e depois de lançar grande copia de chamas para o ar em grande altura, formou duas ribeiras de fogo. O fogo continuou muito meses, e chegou a formar 42 ribeiros, que destruíram duas freguesias, de que não ficou mais, que uma só casa, de 308 fogos, que nelas havia. [...]e morreram algumas pessoas.	Relação deste terramoto, impressa em Lisboa, em 1672	---
1691 (26 de julho)	Ilhas Terceira e Faial	Foram ambas agitadas com tanta violência, que parecia querer-se submergir. Todos desampararam as suas casas, que logo viram arruinadas. Vila Franca caiu toda por terra, deixando sepultados a maior parte dos seus moradores.	Mandelso apud Padilha. Efeitos raros dos Elementos. p.78.	Consta no catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005: 36).
1699 (27 de outubro)	Portugal	[...] e por todo o mês de novembro, houve muito fortes tremores de terra [...]; mas sem perigo [...] porém, recorrendo a Deus, foi servido não fazerem dano algum.	Santa Maria. Ann. Histor. Tom.3.	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 134), com localização em Lisboa, com réplicas e duração de dois dias com intervalos. [Moreira de Mendonça refere que Padilha põe este terramoto em 1696.]
1719 (6 de março)	Vila Nova de Portimão (Reino do Algarve)	[...] padecendo a Lua Eclipse, foi sentido [...] um ruído subterrâneo medonho, e logo um formidável terramoto, que durou três para quatro minutos [...] Uma das torres da muralha, as abóbadas das igrejas e muitas casas padeceram ruína. O mesmo experimentaram vários lugares vizinhos.	Santa Maria. Ann. Histor. Tom.I	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 135).
1720 (7 para 8 de dezembro)	Ilha de S. Miguel (e outras vizinhas)	Grande terramoto [...] Apareceu uma nova ilha, que depois se foi submergindo, de forma que em 1722 estava já à flor da água.	Hist. Del'Acad. Real des Sciences. 1722	---

TABELA B1. Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755 (continuação).

Data	Localidades mais afetadas	Danos/Observações	Fonte	Comentário
1722 (27 de dezembro)	Reino do Algarve	Terramoto fatalíssimo, que durando pouco mais espaço, que o de uma Avé Maria, foram tão grandes os abalos, que causou muitos estragos. Em Vila Nova de Portimão, ficaram arruinadas a Igreja do Colégio da Companhia, e a Igreja e Convento dos Capuchos. Em Tavira acabou como um horroroso trovão, caíram 27 moradas de casas, e as mais ficaram arruinadas [...] O Convento de S. Francisco ficou muito arruinado. Em Faro caíram muitas casas, em que morreu alguma gente, ficando as mais abertas. O mesmo sucedeu à torre da Igreja catedral, na qual fez o movimento tocar os sinos.	Gazetas de Lisboa. 1723	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 135), com localização no mar (SW), a mesma do GTL. Moreira de Mendonça não é referido como fonte. [Moreira de Mendonça atribui a origem deste abalo ao ímpeto com que rebentou uma grande quantidade de fogo no mar, entre Faro e Tavira; o mesmo fogo subterrâneo responsável por uma grande tempestade de trovões ocorrida em fevereiro, um violento furacão em outubro e as árvores cobertas de folhas e flores em pleno dezembro/janeiro.] Consta no catálogo de tsunamis (Baptista e Miranda, 2005: 36-37).
1724 (12 de outubro)	Lisboa e todo o reino	Grande tremor de terra, maior que os que tinha havido nos anos antecedentes.	Santa Maria. Ann. Histor. Tom.2	Consta no catálogo de Oliveira (1986: 135), com localização no mar (Oeste).
1748 (31 de março)	Ilha da Madeira	Abalos fortíssimos da terra. O primeiro [...] não causou mais dano que o susto. Depois sobrevieram dois mais violentos, que arruinaram quase todos os edifícios daquela ilha, posto que poucos caíram, razão porque somente morreram 4 pessoas. Foram vistas grandes fendas na terra, e sair de uma fogo, e foi sentido um calor extraordinário.	Relação deste terramoto. I e 2. Part. Impressa em Lisboa	---

TABELA B2. Sismos ocorridos em Portugal antes de 1755, que não constam no catálogo de Moreira de Mendonça. Os comentários têm em atenção como o sismo em causa está compendiado no catálogo de Oliveira (1986). Extraído de Moreira (1984).

Data	Localidades mais afetadas	Danos/Observações	Fonte	Comentário
55 a.C.	Montes da Lua (Serra de Sintra)	Grandes tremores de terra.	Frei Bernardo de Brito (1597)	Consta no catálogo de Oliveira (1986), com a mesma fonte.
47-44 a.C.	Costas de Portugal	Grandes chuvadas e tremores de terra.	Frei Bernardo de Brito (1597)	Consta no catálogo de Oliveira (1986), no ano 47a.C., com dúvida no mês, e mesma fonte.
1528 (12 de março)	Alcobaça	Forte abalo de terra [...] que causou estragos apreciáveis no mosteiro [...]. O abalo repetiu-se alguns minutos depois com menor intensidade.	Anónimo, códice de Alcobaça nº63	Consta no catálogo de Oliveira (1986), referindo Pereira de Sousa e Frei Luís de Sousa.
1568 (17 de abril)	Sto Antão de Évora	Arruinou a igreja paroquial.	Pereira de Sousa, 1919, vol.II, p.130 (com base na Memória Paroquial)	Consta no catálogo de Oliveira (1986), com a mesma fonte.
1587 (nov.)	Loulé (Algarve)	Abalo de terra [...] subverteu a rua de Portugal. Morreram 170 pessoas, das quais só se acharam 45 para se lhes dar sepultura.	Pereira de Sousa, 1919, vol.II, p.107 (com base no códice nº1772 da Biblioteca Nacional de Lisboa, fl.44, verso) e Santa Maria (1744)	Consta no catálogo de Oliveira (1986), com Pereira de Sousa e outros como fonte. Por só ter sido possível sepultar 45 pessoas e a ausência de estragos noutras localidades, leva Moreira (1984) a colocar a hipótese da causa serem trovoadas e fortes chuvas.
1666 e 1667	Porto	Um sismo em novembro de 1666 e vários abalos sísmicos em dezembro de 1667.	Galbis Rodriguez (1932 e 1940)	Consta no catálogo de Oliveira (1986), com dúvidas no dia mas com a mesma fonte.
1751 (19 de dez.)	Torre de Moncorvo	Grande tremor de terra que abalou com ímpeto as casas e agitou fortemente as árvores da região. Algumas pessoas afirmaram terem visto vapores saírem do solo.	Gazeta de Lisboa, nº52, 1751	Consta no catálogo de Oliveira (1986), com a mesma fonte e Galbis Rodriguez (1932).
1752	Torre de Moncorvo (janeiro), Aveiro (27 de março) e Buarcos e Aveiro (28 de abril)	[Sismo que] teria provocado o desabamento de edifícios (27 de março).	Pereira de Sousa (1919-1932, vol.III, p.873), que cita Perrey (1847), que por sua vez cita von Hoff "Chronik der Erdbeben"	Constam no catálogo de Oliveira (1986), com a mesma fonte e Galbis Rodriguez (1932). Nem a <i>História Universal dos Terramotos</i> nem a <i>Gazeta de Lisboa</i> referem estes abalos (Moreira, 1984).

APÊNDICE C – Questionários para estudo macrossísmico dos terramotos

C1-Questionário enviado, por ordem do Marquês de Pombal, depois do terramoto de 1755, aos diferentes párocos do país (Sousa, 1919: 6-7):

*1º-A que horas principiou o terramoto do primeiro de Novembro e que tempo durou?
2º-Se se percebeu que fosse maior impulso de uma parte que de outra? vg. Do norte para o sul, ou pelo contrário, se parece que caíram mais ruínas para uma parte que para a outra parte?*

3º-Que número de casas arruinaria em cada freguesia, se havia nela edificios notáveis, e o estado em que ficaram?

4º-Que pessoas morreram, se algumas eram distintas?

5º-Que novidade se viu no Mar, nas Fontes, e nos Rios?

6º-Se a maré vazou primeiro, ou encheu, a quantos palmos cresceu mais do ordinário, quantas vezes se percebeu o fluxo, ou refluxo extraordinário e se reparou, que tempo gastava em baixar a água, e quanto em tornar a encher?

7º-Se abriu a terra algumas bocas, o que nelas se notou, e se rebentou alguma fonte de novo?

8º-Que providências se deram imediatamente em cada lugar pelo eclesiástico, pelos Militares e pelos Ministros?

9º-Que terramotos tem repetido depois do primeiro de Novembro, em que tempo, e que dano tem feito?

10º-Se há memória de que em algum tempo houvesse outro terramoto e que dano fez em cada lugar?

11º-Que número de pessoas tem cada Freguesia, declarando, se puder ser quantas há de diferente sexo?

12º-Se se experimentou alguma falta de mantimentos?

13º-Se houve incêndio, que tempo durou, e que dano fez?

C2-Questionário apresentado na primeira parte do relatório de Paul Choffat e Alfredo Bensaúde sobre o TB e elaborado com base no utilizado pela comissão sismológica suíça (Choffat e Bensaúde, 1912: 7-8):

1.º Nome, profissão e morada, da pessoa ou pessoas que respondem a este questionário. 1.º (bis). Data em que foi preenchido este questionário.

2.º Em que dia (data e dia da semana), e a que horas e minutos foi sentido o tremor de terra?

2.º (bis). O observador tomou nota da diferença que fazia o relógio (de bolso ou de parede), que serviu para a determinação da hora, comparando-o, logo depois da observação, com o relógio oficial de qualquer estação telégrafo-postal?

3.º Indique, o mais claramente possível, o nome da localidade onde observou o fenómeno: distrito, concelho, freguesia e lugar. Indique também o sítio onde se encontrava quando sentiu o tremor de terra. Estava ao ar livre ou dentro de casa? No rés-do-chão ou em qualquer andar do prédio? Em que se ocupava na ocasião do tremor de terra?

4.º Qual é a natureza do solo sobre que assenta o local em que fez a observação? (terreno de rocha, de aluvião, de areia solta ou cimentada por argila).

5.º O tremor de terra:

- a) Dentro de casa. O tremor de terra foi sentido por todos dentro de casa, mesmo pelos que estavam trabalhando, ou somente por pessoas assentadas ou deitadas na cama? Percebeu-se logo que se tratava de um tremor de terra ou só o compreenderam depois de trocar impressões com outras pessoas? Chegaram algumas pessoas, ou a maioria dos habitantes, a fugir para fora de suas casas?
- b) Ao ar livre. Foi também sentido por pessoas que andavam nas ruas, ou que estavam trabalhando no campo? Estas últimas chegaram a perder o equilíbrio?
- c) O tremor de terra foi constituído por um único abalo, ou por uma serie de abalos? No primeiro caso, quanto tempo durou o abalo único? No segundo, quantos foram os abalos seguidos e quanto tempo durou cada um deles? Foram todos semelhantes?
- d) Descreva, se é possível, o que observou: Foi um choque de baixo para cima, um movimento de lado, um balanço ou ondulação mais ou menos lentos, uma trepidação do solo?
- e) O observador foi deslocado, no princípio do abalo, numa direção determinada (para norte, sul, poente, nascente, etc.), ou teve a impressão de que o solo, no seu movimento, descia; ou, ao contrário, se levantava, impelindo-o para o ar? Fez algumas observações que permitam determinar em que direção veio o abalo?
- f) Houve outros abalos que precedessem ou seguissem o abalo principal? Em que dia e a que hora tiveram lugar: Compare as suas intensidades com a do tremor principal.

6.º Ruídos que acompanham os tremores de terra:

- a) Sentiu-se algum ruído? De que natureza? Simples ranger dos madeiramentos da casa, ou barulho subterrâneo? Foi uma pancada, uma detonação, ou parecia o rodar rápido de um carro ou de um automóvel, um silvo ou qualquer outro ruído?
- b) De que direção pareceu vir o ruído?
- c) O ruído teve lugar antes ou depois do abalo? Qual foi o momento relativo dos dois fenómenos?

Efeito do tremor de terra sobre a mobília:

- a) Deslocaram-se ou caíram objetos pequenos?
- b) Deslocaram-se os móveis? Em que direção?
- c) Houve relógios de pendula que pararam? No caso afirmativo, diga qual era a orientação dos seus mostradores (norte, sul, nascente, poente, etc.), Houve outros relógios que continuaram a andar? Qual era a sua orientação?
- d) Diga também qual é a orientação das paredes em que pôde observar oscilação ou deslocação de quadros, chaves, candeeiros ou quaisquer outros objetos que se achassem suspensos. Se caíram objetos, indique a direção da queda.
- e) No caso das portas terem campainha, ouviu-as tocar?
- f) Os sinos das torres tocaram por efeito do abalo? No caso afirmativo queira averiguar se foi pelo facto do badalo bater, ou devido à oscilação dos martelos colocados por fora dos sinos para bater as horas.

Efeito do tremor de terra sobre as edificações:

- a) Os madeiramentos rangeram?
- b) As portas e as janelas abriram-se ou fecharam-se em consequência dos abalos?
- c) Caiu gesso ou estuque, ou abriram-se fendas sem importância, que não atravessaram completamente a parede?
- d) As telhas deslocaram-se nos telhados? Neste caso, diga se as telhas são romanas ou telhas do Marselha.

9.º Na localidade em que se encontrava pôde observar os estragos adiante descritos? Nesse caso indique se se deram em casas construídas de taipa, de adobos, de pedra ou de tijolo, e se elas eram bem construídas ou de construção defeituosa.

a) Formaram-se rachas que atravessaram as paredes de lado a lado?

b) Desmoronaram-se as chaminés dos telhados? Dê alguns esclarecimentos sobre a forma e dimensões d'essas chaminés e indique a direção em que desabaram.

c) No caso de haver paredes desmoronadas, diga em que orientação caiu o maior número delas.

d) Diga qual a orientação das casas que melhor resistiram ao tremor de terra.

e) Qual o número total (aproximado) das casas da localidade, e qual o número das que ficaram completamente arruinadas.

f) Se no cemitério, nos chafarizes, ou em outro qualquer sítio, existem grandes blocos de pedra sobrepostos, diga se alguns d'eles tombaram e em que direção. Se esses blocos foram simplesmente deslocados, indique também a direção do deslocamento.

10.º Indique, aproximadamente, as datas em que tem sentido outros tremores de terra, e as localidades em que os sentiu. Qual d'eles foi o mais forte? Os abalos e os ruídos foram da mesma natureza?

11.º Indique todas as observações que de perto ou de longe possam estar em relação com o fenómeno, por exemplo; efeitos do abalo sobre os animais, sobre as nascentes, sobre os poços ordinários ou artesianos, pés de vento, e consequentes temporais, etc. Abriram-se fendas no terreno e, nesse caso, saiu água por essas fendas? Deram-se desabamentos de rochas, nas serras?

12.º Observaram-se perturbações eletromagnéticas?

13.º Houve, no momento do tremor, clarões ou relâmpagos à superfície do solo?

14.º Houve movimentos na água do mar ou dos tanques? Descreva esses movimentos. Os navios ancorados nos portos sentiram o abalo, e bem assim os que estavam no alto mar?

15.º Queira finalmente, dar ideia das observações realizadas por outras pessoas, e dos estragos que o fenómeno produziu na localidade em que reside ou nas localidades vizinhas, que tenham chegado ao seu conhecimento. Qualquer observação, por mais insignificante que pareça, pode ter valor pela sua comparação com as de outros observadores. Queira também indicar o nome e morada de qualquer pessoa, que esteja nas condições de preencher, parcial ou totalmente, um questionário análogo a este.

APÊNDICE D – A interpretação de Luís António Verney (1769)

Os efeitos sísmicos do GTL não se terão feito sentir em Roma, onde vivia desde os 23 anos o português Luís António Verney (1713-1792), depois de uma formação entre jesuítas e oratorianos que terá gerado incompatibilidades com o ensino ministrado em Portugal (Andrade, 1980). Nascido em Lisboa, foi colher fora de Portugal as ideias de mudança que caracterizaram o Iluminismo. Este “estrangeirado” será mais conhecido como pedagogo e pela autoria de *Verdadeiro método de estudar* (1946)¹, mas a sua obra é mais vasta e inclui “De re physica ad usum lusitanorum adolescentium” (daqui em diante referido simplesmente como *De re physica*), um compêndio didático (Andrade, 1980) em latim, onde podemos encontrar, no terceiro tomo, uma dissertação sobre os terremotos.

O *De re physica* foi impresso com data de 1769, tendo no primeiro tomo uma dedicatória inicial destinada ao Rei D. José I com data de 1765. Sabemos que neste período já chegariam a Itália as *Philosophical Transactions of the Royal Society*, uma das fontes utilizada por Verney (especificada como *Transactions Londinenses*), esse periódico que começou a ser publicado em 1665 e onde surgiu em 1760 a comunicação de Michell com a ideia inovadora do sismo como uma vibração que se propaga no interior da terra. Esta dissertação sobre o sismo como uma onda já poderia ser assim conhecida, pelo que não será de estranhar que Verney inicie a secção dedicada aos terremotos referindo existirem quatro tipos: ondulatório (*undulationis*) [direção horizontal]; de choque (*pulsus*) [agitação vertical]; de turbilhão (*vertiginis*) [uma combinação dos dois anteriores, o que causa mais estragos]; e de consonância (*consensus*) [réplica, o mais fraco].

No conjunto de observações que apresenta a seguir a esta classificação dos terremotos, Verney caracteriza os terremotos, exemplificando os que associa a vulcões, como na Sicília (1537 e 1692), Lotaríngia² (1682) e Ízmir³ (1688), os sentidos a grande distância, como no Perú (1601 e 1686), os que se prolongam no tempo (referindo-se provavelmente a numerosas réplicas), como em Itália (1570 e 1726) e Chile (1730), e os que causam grande tempestada das águas do mar (referindo-se provavelmente a terremotos que geram tsunamis), como o da Jamaica (1692). E é este terremoto com

¹ Sobre o que Verney propõe para o ensino da Física ou da Filosofia Natural, marcadamente influenciado pelo newtonianismo, consultar Fitas (2016).

² Antiga região numa faixa ao longo dos rios Reno e Ródano, que hoje vai de Itália até aos Países Baixos.

³ Cidade a sudoeste da Turquia.

efeitos catastróficos sobre a cidade de Port Royal, na Jamaica, que Verney descreve de forma mais pormenorizada, para concluir que os vulcões e os terremotos são gerados da mesma “matéria” do interior da terra, como enxofre, betume, nitro, vidro e ferro, mas a causa próxima é o fogo e o ar (combinados). Uma maior destruição estará associada a mais matéria e maior resistência do lugar. E acaba por reconhecer que as causas conhecidas são causas prováveis, muitas outras estarão por conhecer e a conjugação de várias causas poderão produzir “efeitos ainda mais surpreendentes”.

Num apêndice especificamente dedicado ao GTL, Verney afirma que o terremoto teve início em Marrocos, terá agitado o mar e só depois atingido Lisboa, onde, nesse mesmo dia, terão perecido quinze mil pessoas (Moreira de Mendonça, que foi testemunha direta do acontecimento, estima cinco mil pessoas, como referido no capítulo 1), seja como consequência do colapso das construções, das vagas do mar ou dos incêndios. Verney destaca uma observação em comum com o já referido terremoto da Jamaica, que foi haver mais destruição nuns locais do que noutros, na mesma cidade, mas não apresenta qualquer tipo de explicação para esta pertinente observação. A matéria envolvida inclui nitrato de potássio, enxofre e ferro, que existem à volta de Lisboa, acrescentando que foi necessária uma acumulação para justificar este acontecimento tanto tempo depois do anterior sismo (1531) ocorrido em Lisboa. E conclui classificando o terremoto de Lisboa como sendo de turbilhão, à semelhança dos que ocorrem em Lima (Perú), cidades marítimas que apresentavam temperaturas do ar singulares, não estavam sujeitas a trovões ou raios, nem estão associadas a vulcões.

Os acontecimentos sísmicos referidos nas observações que Verney apresenta coincidem com os que constam na *História Universal dos Terramotos* (1758), embora este catálogo sísmico de Moreira de Mendonça, que analisamos no capítulo 1, não seja uma fonte, tanto quanto sabemos, utilizada por Verney. De registar apenas divergência na data de um terremoto ocorrido no Perú, em 1682 segundo Moreira de Mendonça, tendo como fonte a *Histoire del’Academie des Sciences* (1751), e em 1686 segundo Verney, tendo como fonte a *História das Indias Ocidentais* (que teve primeira edição em 1590), do jesuíta José de Acosta. Um exemplo de como as fontes utilizadas por Moreira de Mendonça e por Verney para listar os referidos terremotos não são coincidentes. No que diz respeito ao terremoto de 1755, Verney utiliza como fonte cartas chegadas a Roma, vindas de Marrocos, Portugal e Espanha, bem como o *Le Journal des Savants* e o *Journal Etranger*.

A dissertação física de Verney sobre sismos, cerca de dez anos depois da publicação da *História Universal dos Terramotos* (1758), separa geograficamente a fonte do sismo dos efeitos e revela já conhecimento da explicação de Michell (1760) baseada na propagação de uma onda sísmica, mas sem que essa explicação seja verdadeiramente integrada (os efeitos do GTL não poderiam ter sido sentidos em muitas partes da Europa [a maioria?] à mesma hora, como afirma Verney). Há um maior destaque na explicação que tem como causa próxima o fogo e o ar, tal como fez Moreira de Mendonça, admitindo Verney a existência de outras causas naturais. E ainda se verifica a tentativa (antiga) de associação do sismo a elementos da atmosfera (como uma temperatura singular do ar).

Mas a narrativa de Verney, comparativamente com a de Moreira de Mendonça, tem o mérito de não apresentar qualquer elemento de natureza teológica e de ser menos fantasiosa. Por exemplo, em relação ao terramoto da Jamaica, em 1692, Moreira de Mendonça refere que “uniram-se duas montanhas, e suspenderam o curso de um rio” (p.84), Verney descreve que numerosos montes poderão ter colapsado e impedido o curso dos rios (ver tradução do original em latim mais à frente neste apêndice D). Verney mostrou ser também conhecedor das explicações sobre sismos existentes na época e terá aplicado a sua formação em filosofia pela Universidade de Évora, a partir de um outro país com sismicidade como é a Itália, para fazer interpretações a partir de observações, num discurso mais racional e com finalidade didática.

É difícil avaliar o impacto do *De Re Physica* na reforma pombalina dos estudos, mas sabemos que tanto ao Rei como ao seu ministro foram enviados exemplares, e que para além da já referida dedicatória ao primeiro, Verney se cartou com o segundo (Andrade, 1980), que também foi um estrangeirado. Mas seguramente que ambos, Verney na distante Roma e Sebastião de Carvalho e Melo após regressar a Lisboa, foram atores relevantes na introdução das ideias das Luzes em Portugal e na defesa de um ensino onde a racionalidade se impusesse às explicações de natureza teológica, rompendo com o ensino escolástico que caracterizou a Idade Média.

D1-Transcrição do capítulo III: Sobre os terremotos (em *De Re Physica*, tomo terceiro)⁴

Existem quatro tipos de terremotos. Um oscila na direção do horizonte para uma e outra parte – e este designa-se terremoto ondulatório (*terraemotus undulationis*); outro agita do mesmo modo na vertical de cima e de baixo – e designa-se terremoto de choque (*terraemotus pulsus*); o terceiro [p. 122] combina os dois [anteriores] e sacode a terra desordenadamente – este chama-se terremoto de turbilhão (*terraemotus vertiginis*) e é, de todos, o pior e o que mais estragos gera; o quarto ocorre quando a terra estremece por causa de um movimento proveniente de um [terramoto] próximo – e nomeia-se terremoto de consonância (*terraemotus consensus*) [i.e. réplica] e é, sem dúvida, de todos, o mais fraco. Mas abordemos os principais fenómenos dos terremotos.

Observação I: um trovão subterrâneo, maior ou menor, sempre precede ou acompanha ou se segue a um terremoto.

Observação II: os locais assolados por terremotos contam geralmente numerosíssimos vulcões ou aberturas por onde saem fumos, ou fontes de águas quentes e sulfurosas. É deste modo em Nápoles, onde se encontra o Vesúvio; na Sicília, onde existe o Etna; nas Ilhas Eólias no Mar Tirreno, e em outros inumeráveis lugares.

Observação III: em muitíssimos terremotos, a terra apresenta inúmeras fendas das quais irrompem chamas. Tal aconteceu na Sicília, no ano de 1537⁵; na Lotaríngia, em 1682⁶; em Ízmir, no ano de 1688⁷. De novo, naquele enorme terremoto da Sicília, do ano de 1692, no qual tão grande número de cidades e fortalezas colapsaram, o Etna expeliu simultaneamente chamas a uma elevada altura.

Observação IV: os terremotos são unanimemente sentidos, também, segundo dizem, a muitos milhares de passos. Assim, aquele poderoso terremoto peruviano, do ano de 1686, acerca do qual escreveu Acosta⁸, sentiu-se a 500 milhas. Outro, também, ocorrido no Perú, no ano de 1601, sentiu-se por uma distância longitudinal até 300 léguas (estas correspondem geralmente a 3 milhas [ou seja, 900 milhas]) do litoral e por

⁴ Verneii, Aloysii Antonii (1769). DE RE PHYSICA AD USUM LUSITANORUM ADOLESCENTIUM (tomus tertius). Romae: Typographia Generosi Salomomii, 122-133. Tradução de Luís Miguel Carolino (Professor de História do ISCTE).

http://purl.pt/24185/4/sa-2284-v/sa-2284-v_item4/sa-2284-v_PDF/sa-2284-v_PDF_24-C-R0150/sa-2284-v_0000_capa-cap_a_t24-C-R0150.pdf

⁵ Varen., *Geograph.*

⁶ Du Hamel, *Hist. Acad. Reg.*, L. II & III

⁷ *Transact. Londinenses*, num. 202, 207.

⁸ Josephus Acosta, *Hist. Indiae Occident.*

uma latitude até 70 léguas⁹. Mais ainda, existe quem afirme que, naquele tempo, ele se difundiu pela Ásia e Europa¹⁰.

Observação V: os terremotos decorrem, também, de forma interrupta durante dias, meses e anos. Assim, ainda que eu omita os mais antigos, o forte terremoto em Itália, no ano de 1570, repetiu-se frequentemente durante quase dois anos¹¹. O mesmo foi observado, no século passado, em todas as partes da Terra onde ocorreram assombrosos terremotos. E neste século, após o terrível terremoto siciliano de 1726, a terra continuou a tremer por cerca de um ano. E no ano de 1730 [p. 123] todo o reino do Chile, na América, e as regiões contíguas foram abaladas com força por terremotos durante vinte e sete dias.

Observação VI: por vezes, os terremotos provocam uma grande tempestade das águas [do mar], engolem as águas, abrem ou então deixam inúmeras cavidades, expelem variada matéria, geram ou separam montes e produzem verdadeiramente incríveis coisas. Todos estes efeitos nos mostra aquele terrível terremoto do ano de 1692, na Jamaica, uma grande ilha no golfo do México, em relação à qual, nenhuma outra ilha há que seja exposta tão frequentemente e a tão violentos terremotos¹².

Este terremoto foi principalmente do tipo de choque (*terraemotus pulsus*), mas, também, do tipo de turbilhão (*terraemotus vertiginis*). Os edifícios com trinta ou quarenta braças desmoronavam-se num piscar de olhos. Abria-se a terra simultaneamente em duzentos ou trezentos locais e voltava a fechar-se. Muitos homens eram engolidos e depois a terra os vomitava em outros lugares e, ainda, à vista de todos, no porto. Uns comprimidos até meio do corpo, outros até aos ombros, enquanto os buracos se fechavam, pereciam com uma morte miserabilíssima. Do mesmo modo, enormes quantidades de areia eram lançadas das aberturas da Terra no meio das ruas e quando caíam, provocavam assombrosas torrentes de água, as quais, lançadas rapidamente aos céus, ameaçavam a cidade com o dilúvio. Igualmente, todos os poços lançavam ao ar uma soberba enxurrada de água com uma velocidade admirável. Num lado das ruas, as casas eram empilhadas, no outro, arrasadas. Aproximadamente três partes da maior cidade, a que chamam Port Royal (*Portus Regius*), foram engolidas e completamente cobertas de água, um milhar de jeiras de terra submergidas, e isto nos dois primeiros minutos. As próprias construções, também, lançadas nas ondas

⁹ Fournier, *Hydrograph.*, L. XV, c. 18.

¹⁰ Fromond, *Meteorologic.*, L. IIII.

¹¹ *Idem*, Fromond.

¹² *Vide Transact. Londinens.*, num. 209.

desapareciam do olhar, no porto, e os barcos arremessados, com uma força horrível, sobre os telhados das casas, ofereciam à vista um cenário digno de compaixão. Enquanto isso, um abalo interminável sacudia as terras e os mares. Entretanto, tão grande destruição era acompanhada de um odor hediondo e de ruído insólito à semelhança dos grandes trovões e todo o céu parecia que ardia como uma fornalha.

Mas, noutra ilha, muito maiores eram as ruínas produzidas e as calamidades que se apresentavam à vista. Propriedades completas juntamente com casas e homens foram devoradas pelos porcos e, no lugar destas, apareceram covas, que, secas de forma inesperada, pouco depois, nada deixavam senão amontoados de areia. A terra arremessava ao ar, com grande violência, regatos de água até doze mil passos da costa [p. 124]. Mas ouviam-se principalmente os imensos ruídos do desabamento dos montes e rochedos até às suas bases. Crer-se-ia que os montes e os rochedos caíam, se espedaçavam uns contra os outros, todas as coisas se consumiam. E posto que os numerosos montes tenham, na realidade, colapsado, estes impediram o curso dos rios durante 24 horas até que as próprias águas, superando os obstáculos, criaram novos leitos para si e, com a sua rapidez, destruíram e arrastaram árvores, casas e todas as coisas com que se depararam.

Diz-se que algumas extensões da terra conjuntamente com as árvores e as casas mudaram de local, que algumas ruas da cidade ficaram duplamente mais largas do que eram antes, que dificilmente alguma casa rústica restou em toda a ilha, que nenhuma propriedade ficou completamente intacta. Suprimo os restantes casos que deveriam ser descritos e que são, de facto, inúmeros. Irei expor apenas dois. Um consistiu no facto de um número muito elevado de pessoas embarcadas se terem detido nos seus navios e botes por mais de dois meses porque, durante todo esse tempo, a terra se sacudiu tão frequente e violentamente que, na verdade, os terremotos se repetiam a cada duas ou três horas e ouviam-se sem interrupção terríveis roncões e trovões subterrâneos e respirava-se um pesado odor sulfúrico. O outro facto consistiu em um vapor (*halitus*) mortífero, que a terra exalava em numerosos lugares, ter produzido uma corrupção generalizada do ar que matou mais de três milhares de pessoas. Se excetuáres as chamas e os vulcões, apareceram associados, neste terremoto, os efeitos que costumam ser observáveis em outros separadamente¹³.

¹³ Quem desejar saber mais acerca dos fenómenos associados aos terremotos, leia Artnacum in *Admirandis Physicae*, Varenium in *Geographia*, Gassendum na *LX Diogenis Latertii*, Du Hamel, *Hist. Reg. Academ., Sturmium, Physicae Electivae*, Tom. II, pag. 283 e alios.

A partir destas observações é-se, pois, inclinado a julgar que a matéria própria para os terramotos, observada a proporção, é a mesma matéria dos vulcões: a saber, enxofre, betume, nitro, vidro, ferro, etc; que há uma conformação variada desta matéria verdadeiramente amalgamada no interior da terra; por último, que a causa próxima é o fogo e o ar.

1. Na verdade, se os lugares propícios [a terramotos] próximos e distantes da conflagração e erupção dos vulcões são abalados, por vezes, de forma tão violenta que, numa grande ilha, destruam também as fortificações distantes¹⁴; se um vulcão, que provoque tremores numa pequena parte da terra, pode resultar de enxofre e limalha de ferro humedecidos pela água [p. 125], com a devida proporção [tal matéria] terá o efeito dos grandes vulcões¹⁵; haverá quem duvide que o mesmo pode acontecer nas demais regiões que têm abundância de tal matéria por todos os lados e a mostram, também, na superfície?

2. Não há ninguém que não veja que esta matéria verdadeiramente unida pode alterar e transformar-se de forma incrível. Na verdade, se a maior parte da matéria propícia se aglomerar; se as cavernas e os canais subterrâneos repletos por tal matéria se comunicarem entre si de tal forma que não consigam dilatar esta matéria por causa das rochas obstaculizantes e dos rochedos; se os semelhantes canais subterrâneos se distribuírem em várias direções, sempre carregados de menor matéria; se os canais subterrâneos deste tipo estiverem distribuídos em forma de espiral; quem não verá que, uma vez inflamada uma ramificação destes canais, ha-de ocorrer uma destruição superior no lugar onde maior quantidade de matéria e maior resistência houver e uma menor destruição onde existir menos quantidade de matéria sulfúrica e menor resistência. Um diferente grau de destruição será produzido, além disso, de acordo com a diferente organização, reta, circular ou em espiral [dos canais subterrâneos]. Porque se um tão grande tremor abalar as câmaras das cavernas e as deitar por terra, a queda destas comprimirá a água subterrânea e necessariamente, vinda por onde encontre saída, a lançará impetuosamente na direção do céu. E por esta razão produz aquela diversidade de efeitos impressionantes, que nós acima descrevemos a propósito de alguns terramotos. Temos um exemplo disso nos canais subterrâneos belicosos que, consoante

¹⁴ No terramoto da Sicília, no ano de 1692, antes mencionado, toda a Sicília tremeu. Cinquenta e quatro cidades e fortalezas, para além de inúmeras aldeias, ou aluíram ou sofreram incriveis danos. A Catânia, que se encontra próximo do Etna, foi destruída pelas bases. Sessenta milhares de pessoas pereceram em toda a Sicília, dezoito mil apenas na Catânia. É unânime que Malta e Nápoles tremeram. *Vide* Alexandrum Burgos & Vicentium Bonaiutium sobre a história destes terramotos.

¹⁵ Capítulo acima próximo do fim.

a maior ou menor consistência da terra que os cobre, a maior ou menor quantidade de poalha ígnea (*pulvis igneus*) e a diferente qualidade desta poalha [que neles se encontra], ou provocam um tremor tão grande nos muros das cidades ou os alçam dos alicerces, separam em partes e lançam para longe. Por isso, as locas, que são abundantes na maioria dos montes, rochedos e grutas, se são iguais às restantes, são responsáveis pelos maiores terremotos, como na Sicília, Itália, Grécia, Anatólia e mais regiões na Europa e outras que, entretanto, omitimos na Ásia, África, América e em numerosas ilhas [p. 126].

3. O fogo também produz esse feito [de diferentes formas]; ou porque, pela sua própria natureza, consome os corpos subterrâneos e deste modo, por algum acaso, chega às locas sulfúricas; ou porque é inflamado pela conjugação e ebulição dos vários fluidos; ou porque, por meio [da ebulição] da água pura, se inflama, como vemos num vulcão férreo-sulfúrico; ou principalmente porque se incendeia como que por si a partir de um puro vapor sulfuroso aglomerado. Sabemos, de facto, que os vapores sulfúricos de tipo ferruginoso (*pyritum*), contidos nas minas, logo se incendeiam ora pela chama próxima de uma tocha ora sem aquela tocha e estes produzem uns efeitos que costumam ser terremotos¹⁶. Vemos o mesmo nos fósforos da urina (*phosphorus urinae*), que expostos ao ar, logo se inflamam; no ouro brilhante (*aurum fulminante*)¹⁷, o qual, em contacto com uma pequena quantidade de calor, produz um trovão; e em muitas outras exalações, que, com uma facilidade extraordinária, como que espontaneamente, se incendiam na superfície da terra¹⁸.

4. Mas o fogo sem o ar não pode produzir tal destruição. Vimos, com efeito, que a poalha ígnea (*pulvis igneus*) contida num vácuo pneumático, se se abrasar com os raios solares através de um lente vítrea, incendia-se, de facto, sem provocar aquele ruído e dano do vaso¹⁹. Pelo contrário, constatamos que o ar bem comprimido no tubo pneumático (*scopletus pneumatico*), se entregue a si, terá geralmente tanta mais força para produzir a densa massa de vapor quanto [a força] do fogo. Daqui concluímos que

¹⁶ Vide *Trans. Londin.*, num 117.

¹⁷ O ouro brilhante (*aurum fulminante*) é o ouro dissolvido na água régia (*aqua regia*) [i.e. um composto de ácido nítrico e ácido clorídrico], na qual se se juntar uma pequena quantidade da exalação (*spiritus*) do sal amoníaco, deposita-se no fundo. Extraído daí e banhado com uma grande quantidade de água tépida, é enxuto por um fogo muito delicado. Se se sujeitar uma pequena parte deste pó, numa colher, ao fogo brando, passado cerca de um quarto de hora, produz um grande trovão.

¹⁸ Vide Blanchinum in *Hist. Acad. Paris.*, an. 1706 & Galeatium in *Actis Bononiensibus*, vol. 1, pag. 106.

¹⁹ Contudo, alguns corpos, como o mínio, se inflamado no vácuo, através de uma lente vítrea, quebram o recipiente e escapam-se no ar. Tal sucede neste caso porque, no mínio, se conserva uma grande quantidade de ar, que, aquecido repentinamente, se dilata.

toda aquela destruição da poalha ígnea deve ser atribuída apenas ao ar violenta e repentinamente consumido. Uma vez que o ar que se encontra mais próximo da superfície da terra está mais comprimido, podemos conjeturar que aquele que se encontra abaixo da terra está [ainda] muito mais comprimido. Por essa razão, se, através de uma súbita combustão nos canais subterrâneos, o ar se dilata de tal forma, é de todo necessário que [p. 127] sacuda muito violentamente os corpos circundantes de modo a que possa produzir os fenómenos únicos dos terremotos, consoante a diferente quantidade e disposição da matéria ígnea e das paredes [dos canais subterrâneos] e, do mesmo modo, da diferente solidez e espessura das paredes e da natureza diversa dos corpos adjacentes²⁰. Nem por outra razão, demonstra o vapor da água uma tão admirável força na máquina [da natureza] de modo que erga e arremesse pesos tão incríveis. O vapor, de facto, retém uma grande força (*vis*) do ar, que, dilatada pelo calor, produz aqueles efeitos admiráveis, como dizemos em outro lugar²¹.

E, do mesmo modo, o fogo e a água, ao infiltrarem-se nas paredes subterrâneas, fazem cair as abóbadas que [sobre elas] assentam. Tão elevada quantidade de matéria dos corpos, ao comprimir o ar interno, compele as partes a tremer para os lados, produzindo outro género de terremoto. Algumas vezes, um tão grande número de corpos cai nas águas subterrâneas e impelem-nas a elevar-se e emergirem, como acima já dissemos. Outras vezes, se muitas coisas ocorrem ao mesmo tempo podem, deste modo, dar origem a fenómenos incríveis e em tudo insólitos. Contudo, no que toca às causas, estas dizem-se ser conhecidas de forma provável. Mas, determinar de modo sóbrio e claro que causa tenha produzido [determinado] efeito em cada um dos terremotos é tarefa do adivinho, não do filósofo natural. Estas podem [p. 128] ser inferidas com probabilidade a partir de outras semelhantes. Mas certamente que um

²⁰ Amontons *apud Acta Parisiens.* an. 1703, (assumindo que o peso do ouro na superfície da terra está para o peso de mercúrio como 14,630 para 1 e que as dimensões do ar comprimido são reciprocamente proporcionais aos pesos comprimidos) esforçou-se por trazer o ar subterrâneo até uma altura abaixo da superfície da terra de 43,528 hexapedas parisienses [unidade de medida de espaço] e [demonstrou] que é tão comprimido e tão pesado como o ouro. Ora esta profundidade não é senão um setenta e quarto avos do semidiâmetro terrestre. Provavelmente a maior parte do diâmetro da terra está cheia de ar, pelo que, [este] terá um volume maior do que o ouro. De facto, através da experiência, [demonstra-se] que quanto mais o ar é comprimido, mais a sua capacidade elástica [*vis elastica*] pode aumentar e dilatar-se a respeito do mesmo grau do calor. Por isso o [mesmo] grau de calor, que na superfície da terra geralmente nada produz, sob aquela profundidade, pode dilatar o ar incrivelmente de forma que faça, não digo tremer aquela massa de terra sem dificuldade, mas rompê-la. Contudo, para mim, não se prova tudo neste ponto, nem considero que, debaixo da terra, tal analogia tem um valor exato, nem que tal acontece necessariamente nos fenómenos dos terremotos. De outro modo, por causa dos enormes fogos subterrâneos, a terra é quase sempre abalada por terremotos e, logo, quase dispersa. Mas não duvido que o ar subterrâneo, que comunica com o exterior, seja muito comprimido, o que é o bastante para este nosso efeito ou para produzir grandes terremotos.

²¹ *Infra* P. IV Acerca do Ar, cap. 2 Acerca dos Meteoros húmidos.

elevado número de causas naturais provocará este efeito terrível de que nós, meros homens, [apenas] podemos suspeitar. Provavelmente um elevado número de causas conjugadas entre si poderão produzir efeitos ainda mais surpreendentes.²²

Apêndice - Acerca do terramoto de Lisboa, do dia 1 de novembro de 1755

Não posso abordar este assunto, sobre o qual escrevi longamente nas páginas anteriores, sem deixar de acrescentar algo sobre o último terramoto de Lisboa. Quatro terramotos colossais abalaram já aquela cidade nos últimos quatro séculos e os últimos [foram] cada um mais grave. Um [ocorreu] no ano de 1344, o outro em 1356, um terceiro em 1531²³ e o quarto finalmente no ano de 1755, acerca do qual temos agora o ensejo de falar. Este terramoto começou primeiramente naquela parte de África, que se chama Mauritània Tingitana, onde se situa o reino de Marrocos e agitou o mar que nos separa de forma inimaginável até atingir Lisboa²⁴, tendo sido, ainda, sentido em muitas partes da Europa [p. 129] à mesma hora, ainda que não com a mesma intensidade.

Sob um céu sereno e um mar tranquilo, faltando cerca de três horas para o meio-dia, a terra estremeceu muitas vezes durante cinco minutos, com uma horrível agitação acompanhada por um trovão subterrâneo e o último abalo foi de tal modo violento que, das três partes da cidade, duas reduziu a escombros e produziu estragos não despreciandos em muitas cidades por todo o litoral, sobretudo no Algarve e na Andaluzia.

As enormes fendas expostas, de forma inesperada, na terra, em África, que engoliram muitos milhares de homens, e os extensíssimos abismos aí abertos absorveram a incrível força da água do mar e deixaram vários portos secos. Estas fendas, de novo e repentinamente comprimidas, impeliram a mesma água para a costa com uma velocidade e força inexplicáveis, atirando-a sobre os elevados montes. Daí

²² Alguns químicos (*Chemici*), dignos de consideração, declaram que, se, por algum processo, se encontrasse a poalha ígnea, esta produziria efeitos incomensuravelmente mais admiráveis do que o pó das bombaras [pólvora], mas não quer manifestar-se para bem da humanidade. Que coisas não poderá fazer, numa palavra, a própria natureza?

²³ Joannes Mariana, *Hist.*, libro XVI, cap. 12 & 21 & ad na. 531.

²⁴ Estando o oceano atlântico adjacente, naquele tempo, muito tempestuoso e agitado, ficou conhecido um capitão holandês que comandava uns navios de mercadorias, segundo dizem, próximo da latitude de Lisboa. Este, pouco depois de ter passado pelo golfo de Cádiz, com o vento favorável, atingiu rapidamente o mar adriático e notou um horrível tremor do mar, como que vindo das regiões hispânicas. Daí conjecturou que devia ter ocorrido um grande terramoto em toda aquela região, e sobretudo em Lisboa. Cartas enviadas rapidamente para Roma anteciparam aquela calamidade. Nós estávamos perplexos, com dúvidas sobre este assunto, mas cartas vindas de Espanha e, pouco depois, de Lisboa confirmaram o acontecimento que [o dito comandante] predizera. Cartas provenientes, também, da Mauritània Tingitana permitiram-nos perceber melhor a causa deste fenómeno.

resultou que todas as costas litorais de Portugal, Algarve e Andaluzia fossem inundadas. Em todos os casos, a água retornou não uma, mas muitas vezes, em curto período de tempo, e não apenas a situação das montanhas e dos portos, mas também o próprio movimento da terra, em Portugal, ora amparava ora repelia o referido movimento do mar, causando uma grande desgraça aos infelizes mortais, dos quais, um elevado número, em Lisboa, fugindo para as zonas ribeirinhas, foi engolido pelas vagas de água que se sucediam. De tal modo que apenas em Lisboa pereceram, no mesmo dia, cerca de quinze mil pessoas, por causa seja do colapso das construções, das vagas do mar ou dos incêndios.

Registou-se algo comum neste e no terramoto que ocorreu na ilha da Jamaica, acerca do qual nos referimos acima. Com efeito, na mesma cidade, em alguns lugares fizeram-se muito mais destruições do que em outros. Em certas ruas e praças, os edifícios de um dos lados colapsaram e, no outro, permaneceram em pé. Muito mais casas foram derrubadas no meio da cidade do que nos subúrbios. Depois daquela enorme catástrofe, a terra não apenas voltou a tremer numerosas vezes naquele mesmo dia, mas ocorreram, também, tremores com muita frequência durante um ano e mesmo mais tempo, sendo alguns destes assaz violentos. A terra abriu algumas pequenas fendas e todas voltou a fechar inteiramente, em algumas destas expeliu alguma matéria, mas nenhum buraco notável ficou à vista²⁵, nenhum fogo lançou. Na verdade, [p. 130] aquele fogo, que durante cinco ou seis dias consumiu as casas em ruínas com uma força voraz teve origem nas velas, sírios e lâmpadas de azeite que, àquela hora, ardiam nas cozinhas e, também, nas igrejas, e estes incêndios, fomentados de modo incrível pelo forte vento, passavam de um edifício para outro graças ao calor ou transmitidos pelas fagulhas e, quando pareciam extintos, reavivam-se e, [assim] consumiram a parte baixa da cidade, mas, sobretudo, a mais rica. De tal forma que em poucas horas se reduziram a cinzas as riquezas e os trabalhos de muitos anos.

Apenas uma coisa teve de boa o fogo, que foi ter consumido um elevado número de cadáveres, secado a terra e purificado o ar. E isto não foi de somenos importância pois as pessoas que sobreviveram, [apesar de] viverem em tendas e acampamentos, à

²⁵ Ouvi dizer que, na Andaluzia, ocorreram algumas aberturas da terra muito longas, mas pouco largas. Sei, para além disso, que alguns edifícios antigos, volumosos e muito valiosos da Andaluzia sofreram alguns danos.

maneira dos militares, já sob o rigor do inverno, não foram atingidas por nenhuma peste, como frequentemente acontece [nestes casos]²⁶.

Para além disso, no que toca à causa remota ou a matéria neste terramoto, esta infere-se por relação com as dos restantes terramotos. Toda a terra de Lisboa e das cidades que se encontram à sua volta são ricas em nitrato de potássio, que se observa, por exemplo, depositado em grande quantidade, sobretudo, nos carreiros das águas das fontes. Além disso, têm uma grande quantidade de enxofre e, com efeito, algumas águas apresentam-no e, não distante da cidade, acumulam-se algumas termas célebres. Não há o que duvidar que, além disso, aquela região contém uma grande quantidade de ferro posto que vejamos indícios dificilmente refutáveis no entorno, sem dúvida, nas minas nas proximidades de Sintra, boas em magnete [*magnes*] e outras minas na região de Tomar do melhor ferro. A própria cidade de Lisboa encontra-se circundada por montes dos dois lados do rio Tejo e na própria cidade existe uma elevação, e nesta uma grande colina domina a cidade. Não distante de Lisboa, a norte, próximo das estradas públicas, existem cavernas e numerosas passagens subterrâneas sob os pequenos montes. Toda aquela extensão da terra até à Galiza está, também, salpicada de montes. Todos os litorais marítimos, principalmente em torno de Lisboa [p. 131] e dos Algarves, nada mais são do que enormes pedreiras. Estas são o bastante para fortes terramotos.

Contudo, a razão pela qual não tenham ocorrido maiores terramotos nessa mesma região a não ser passados dois séculos²⁷ encontra-se provavelmente no facto de, nesses locais, se encontrar uma pequena quantidade de matéria conveniente, a qual, apenas depois de acumulada durante muitos anos, pode produzir esse efeito. Provavelmente a matéria subterrânea não será suficientemente gordurosa e sulfurosa, como aquela do Vesúvio e do Etna, que expõem muitas chamas, mas será do género daquelas que são compostas apenas de enxofre e ferro humedecidos. Talvez, também, os terramotos não ocorram aí a não ser através da inflamação do vapor sulfuroso, pela dilatação violenta do ar e pela incompatibilidade das rochas. Talvez, [também], por outras causas que nos são desconhecidas. Que possa suceder-se todas estas coisas,

²⁶ Aqueles que quiserem ter conhecimento das coisas, a que nos [referimos] como filósofos naturais e, ainda mais, como interessados nos assuntos do governo do Estado, que muito fizeram o rei D. José I e o seu ministro, pela graça dos portugueses, consultem o livro intitulado *Memórias das Principais Providencias, que se deram no Terramoto, que padeceo a corte de Lisboa no ano de 1755*, Lisboa, 1758, fol., cujo resumo fizeram, em Paris, *Le Journal des Savants*, junho e julho 1759 e o *Journal Etranger*, abril 1760.

²⁷ Entre o primeiro e o segundo terramoto antes mencionado, que foram os menores, medeiaram doze anos; entre o segundo e o terceiro, 175 anos; entre o terceiro e o quarto, 224 anos.

ninguém dúvida; quais terão sido [de facto], ignoramos cabalmente. Quem gosta de adivinhar, adivinhe. Porém, no caso de alguns terremotos que subsistem durante anos e voltam a ocorrer de novo no intervalo dos anos, tal deve explicar-se pela matéria que existe nos trilhos subterrâneos não ter sido completamente consumida. E tal é comum no caso dos terremotos do Vesúvio, Etna e dos outros montes.

É, sem dúvida, digno de menção que aquelas cidades, sobretudo as marítimas, que apresentam uma temperatura singular do ar, que não estão sujeitas a trovões nem a raios e não têm as aberturas dos vulcões, na verdade, estão expostas, mais raramente, mas a maiores terremotos e geralmente do tipo turbilhão (*terraemotus vertiginis*), como Lisboa, Lima, na província peruana e muitas outras. Daí que, deste modo, os terremotos são quase sempre terrenos e marítimos e arrasam as cidades e destroem os portos. [p.132].

APÊNDICE E – Escalas de intensidade

E1-Escala Rossi-Forel (Diniz, 1911: 313-314)

I	Abalo microssismo, que nem todos os aparelhos de diferentes sistemas registam; abalo constatado por um observador experimentado.
II	Abalo microssismo registado por todos os aparelhos de diferentes sistemas. O movimento constatado por um pequeno número de pessoas em repouso.
III	Abalo constatado por muitas pessoas em repouso. Direção e duração apreciáveis.
IV	Abalo percebido pelo homem em atividade. Movimento dos objetos móveis, portas e janelas; estalido do pavimento.
V	Pressentido por toda a gente. Movimento de objetos mais importantes, móveis, leitos; tilintar de algumas campainhas.
VI	Abalo fazendo despertar as pessoas adormecidas. Oscilação dos lustres; paragem dos relógios de parede, movimento sensível das árvores. Algumas pessoas assustadas fogem das habitações.
VII	Derribamento de objetos móveis; queda de calça e estuque das janelas e dos tetos; paragem dos relógios públicos; pavor geral.
VIII	Queda das chaminés; fendas nas paredes dos edifícios.
IX	Ruína parcial ou total de alguns edifícios.
X	Desastres e ruínas. Deslocamento das camadas da crosta terrestre; fendas e falhas. Desabamento de montanhas

E2-Escala de Mercalli de 1909 (Sousa, 1919: 9)

MICROSSISMOS	I	Abalo instrumental – (menos de 2 mm ¹ / ₂).
	II	Abalo muito ligeiro – Abalo sentido somente por algumas pessoas num estado de perfeito repouso sobretudo nos andares superiores das habitações, ou por pessoas particularmente sensíveis ou nervosas (de 2 ¹ / ₂ a 5 mm.).
MACROSSISMOS	III	Abalo ligeiro – sentido por um pequeno número de pessoas relativamente à população da localidade; não se produziu nenhum susto e só se teve, em geral, a certeza de ter havido um abalo, quando se sabe que outras pessoas sentiram o mesmo fenómeno (de 5 a 10 mm.).
	IV	Abalo sensível ou medíocre – Não sentido por toda a gente, mas por um grande número de pessoas nas habitações e somente por um pequeno número ao ar livre. Não há alarme. Estremecimento dos vidros e das louças, ranger dos vigamentos, ligeiras oscilações de objetos suspensos (de 10 a 25 mm.).
	V	Abalo forte – Geralmente muito sentido nas habitações, mas por poucas pessoas dormindo, algumas se alarmam, batem as portas e janelas; tocam as campainhas, oscilam com bastante amplitude os objetos suspensos; param as pendulas dos relógios (de 25 a 50 mm.).
	VI	Abalo muito forte – Sentido por todos nas habitações; muitas pessoas se atemorizam e fogem para fora; queda de objetos e de reboco nas casas, algumas avarias nos edifícios menos sólidos (de 50 a 100 mm.).
	VII	Abalo extremamente forte – Alarme geral, toda a gente foge para fora; sensível nas ruas, os sinos tocam; quedas de chaminés e de telhas; estragos numerosos mas sem gravidade (de 100 a 250 mm.).

E2-Escala de Mercalli de 1909 (continuação)

MEGASISMOS	VIII	Abalo ruinoso – Grande susto da população; ruína parcial de algumas casas, estragos numerosos e consideráveis nalguns edifícios; não há vítimas ou um pequeno número de casos isolados (de 250 a 1000 mm.).
	IX	Abalo desastroso – Ruína total ou quase total de algumas casas; muitas outras muito danificadas e tornadas inabitáveis; vítimas não muito numerosas, mas disseminadas em todos os bairros duma mesma localidade (de 1000 a 2500 mm.).
	X	Abalo muito desastroso – Ruína dum grande número de edifícios; aberturas no solo; desmoronamento de encostas, numerosas vítimas (de 2500 a 5000 mm.).
	XI	Abalo catastrófico – O próprio nome o define (mais de 5000 mm.).

E3–Escala sísmica Forel-Mercalli-Cancani, empírica e absoluta (Ballore, 1907: 61, citado em Choffat e Bensaúde, 1912: 14).

Os termos indicados entre parêntesis são termos modificados por Cancani, com o assentimento de Mercalli (Choffat e Bensaúde, 1912: 14). A terceira coluna corresponde aos graus de “força” da escala de Cancani e juntamente com as colunas seguintes formam o quadro em que Castro (1909) se baseia para determinar a profundidade do hipocentro do TB.

Rossi-Forel	Mercalli	Graus	Denominações	Aceleração correspondente (mm por segundo)
I	I	I	Abalo instrumental	<2,5
II	II	II	Bem ligeiro (Muito ligeiro, Mercalli)	2,5-5,0
III	III	III	Ligeiro	5-10
IV	IV	IV	Sensível ou medíocre	10-25
V		V	Muito forte (Forte, Mercalli)	25-50
VI	VI	VI	Forte (Muito forte, Mercalli)	50-100
VIII	VII	VII	Muito forte (Extremamente forte, Mercalli)	100-250
IX	VIII	VIII	Ruinoso	250-500
X	IX	IX	Desastroso	500-1000
		X	Muito desastroso	1000-2500
	X	XI	Catástrofe	2500-5000
		XII	Grande catástrofe	5000-10000

E4-Escala de intensidades Modificada de Mercalli (versão de 1956)

Esta escala considera, para a descrição dos efeitos dos sismos, quatro tipos de alvenaria, sendo a “A” aquela com materiais de mais qualidade e mais reforçada, e a “D” aquela com materiais de pior qualidade e sem reforço (Bolt, 1978: 204). Uma versão resumida está disponível em Lima (1998: 61). A partir de Bolt (1978: 205), fizemos a seguinte tradução:

I	Não sentido. Efeitos marginais de grandes terremotos de longo período.
II	Sentido por pessoas em repouso, nos pisos superiores ou em situações favoráveis.
III	Sentido dentro de casa. Os objetos pendurados balançam. Vibração semelhante à da passagem de pequenos camiões. Duração estimada. Pode não ser percebido como um terremoto.
IV	Os objetos pendurados balançam. Vibração semelhante à da passagem de grandes camiões; ou a sensação de uma sacudida como a de uma bola pesada a bater nas paredes. Os carros parados abanam. Janelas, pratos e portas chocam. Faz tinir os vidros. Os objetos de barro ressoam. No limite superior de IV, as paredes e os quadros de madeira rangem.
V	Sentido fora de casa; direção estimada. Quem dorme, desperta. Os líquidos sofrem perturbação, alguns extravasam. Pequenos objetos instáveis são deslocados ou virados. As portas balançam, fecham, abrem. As persianas e os quadros movem-se. Os relógios de pêndulo param, iniciam ou alteram o ritmo.
VI	Sentido por todos. Muitos assustam-se e correm para o exterior. As pessoas têm dificuldade em caminhar de pé. Janelas, pratos e copos quebrados. Bugigangas, livros, etc., caem das prateleiras. Os quadros caem das paredes. Os móveis movem-se ou viram-se. Gesso fraco e alvenaria tipo D com rachas. Os pequenos sinos (igreja, escola) tocam. As árvores e os arbustos abanam visivelmente, ou ouve-se agitarem.
VII	Difícil ficar de pé. Notado pelos motoristas. Os objetos pendurados tremem. Os móveis partem. Danos em alvenarias do tipo D, incluindo rachas. As chaminés fracas quebram ao nível da linha do telhado. Queda de reboco, de tijolos soltos, de pedras, de telhas, de cornijas, e também de parapeitos soltos e de ornamentos arquitetónicos. Algumas rachas na alvenaria do tipo C. Ondas em lagos, a água turva com lodo. Pequenos deslizamentos de terra e derrocadas em taludes de areia ou cascalho. Os sinos grandes tocam. As valas de irrigação de betão ficam danificadas.
VIII	Direção dos carros afetada. Danos nas alvenarias do tipo C; colapso parcial. Alguns danos na alvenaria do tipo B; nenhum na alvenaria do tipo A. Queda de estuque e de algumas paredes de alvenaria. Inclinação ou queda de chaminés, de monumentos, de torres e de tanques elevados. As casas desmontáveis movem-se nas fundações se não chegarem mesmo a partir-se; as paredes em painel soltas são atiradas. A estacaria enfraquecida quebra. Os ramos das árvores partem. Alterações no fluxo ou na temperatura da água de nascentes e poços. Fendas no solo húmido e em encostas íngremes.
IX	Pânico geral. Alvenaria do tipo D destruída; alvenaria do tipo C muito danificada, às vezes com colapso completo; alvenaria do tipo B seriamente danificada. Danos gerais nas fundações. As casas desmontáveis, se não partirem, deslocam-se das fundações. As estruturas de madeira são postas à prova. Danos sérios nos reservatórios. As condutas subterrâneas quebram. Fendas visíveis no solo. Em áreas de aluvião, areia e lama são ejetadas e formam-se crateras de areia.
X	A maioria das estruturas de alvenaria e de madeira destruídas juntamente com as suas fundações. Algumas pontes e estruturas de madeira bem construídas são destruídas. Danos sérios em barragens, diques, aterros. Grandes deslizamentos de terra. A água de canais, rios, lagos, etc, é arremessada para fora. Areia e lama deslocam-se horizontalmente em praias e terras planas. Os carris dobram ligeiramente.
XI	Os carris muito dobrados. As condutas subterrâneas completamente fora de serviço.
XII	Destruição quase total. Grandes massas de rocha deslocadas. Distorção do relevo. Objetos lançados para o ar.

E5- Escala Macrossísmica Europeia de 1998 (EMS-98)

Uma versão simplificada desta escala, com propósitos educacionais e não utilizável para efeitos de avaliação de intensidade macrossísmica, estava disponível em <http://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/geofisica/escalas.macro/index.html?page=ems.xml>, o sítio do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, em 21 de junho de 2013:

I	Não sentido	Não sentido.
II	Escassamente sentido	Apenas sentido por muito poucas pessoas a descansar dentro de casa.
III	Fraco	Sentido no interior das casas por poucas pessoas. Pessoas em descanso sentem um balanceamento ou um estremeçamento leve.
IV	Amplamente observado	Sentido no interior das casas por muitas pessoas e por muito poucas fora de casa. Poucas pessoas são acordadas. As janelas, portas e pratos chocam.
V	Forte	Sentido no interior das casas pela maioria das pessoas e por poucas fora de casa. Muitas pessoas a dormir são acordadas. Algumas pessoas assustam-se. Os prédios estremeçam de forma generalizada. Objectos suspensos baloçam consideravelmente. Pequenos objetos são deslocados. Algumas janelas ou portas abrem-se ou fecham-se.
VI	Ligeiramente danificante	Muitas pessoas assustam-se e fogem para fora das casas. Alguns objetos caem. Muitas casas sofrem ligeiros danos não-estruturais como fissuras e queda de pequenos pedaços de recobrimento.
VII	Danificante	A maior parte das pessoas assusta-se e foge para fora das casas. Os móveis são deslocados e numerosos objetos caem das prateleiras. Muitos edifícios comuns de boa construção sofrem danos moderados: pequenas fendas nas paredes, quedas de estuque, quedas parciais de chaminés. Os edifícios mais antigos podem apresentar grandes fendas nas paredes e rotura nas paredes de enchimento.
VIII	Muito danificante	Muitas pessoas têm dificuldade em permanecer em pé. Muitas casas apresentam grandes fendas nas paredes. Alguns edifícios comuns de boa construção mostram grandes roturas nas paredes enquanto que estruturas mais antigas e fracas podem colapsar.
IX	Destrutivo	Pânico geral. Muitas construções fracas colapsam. Mesmo os edifícios comuns de boa construção apresentam danos muito severos: colapso parcial das paredes e colapsos estruturais parciais.
X	Muito destrutivo	Muitos edifícios comuns de boa construção colapsam.
XI	Devastador	A maioria dos edifícios de boa construção colapsam. Mesmo alguns edifícios construídos com um bom projeto sísmo-resistente são destruídos.
XII	Completamente devastador	Praticamente todos os edifícios são destruídos.

APÊNDICE F - O terramoto de Messina na *Brotéria*: explicações e desenvolvimentos no âmbito da ciência dos sismos

O título dado a uma reportagem publicada sobre o terramoto ocorrido em 28 de dezembro de 1908 na Sicília e na Calábria, atingindo as respetivas cidades de Messina e Reggio, “Visões de fim do mundo” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 152: 76), juntamente com vinte e quatro fotografias distribuídas ao longo de oito páginas, contribuem para criar a imagem de “uma terra inteira derrocada, de uma população inteira, metade morta e a outra metade asfíxiada, sedenta, esfomeada, abafada sob os escombros” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 152: 82). De acordo com os jornalistas da *Ilustração Portuguesa*, um periódico analisado no capítulo 3, a catástrofe despertou uma “impressão dolorosa” no mundo inteiro, mas em Lisboa foi “mais intensa” pela evocação de uma “provação igual porque nós passámos” (*Ilustração Portuguesa*, 1909, 152: 83). Poderá um terramoto com tal grau de destruição ter contribuído para o desenvolvimento da ciência dos sismos?

O número de vítimas nesta catástrofe poderá ter sido superior ao de Lisboa (1755), pois de acordo com o diretor do Observatório de Rocca di Pappa (Roma) terá ascendido a 200 mil²⁸ (Navarro, 1909). Algumas circunstâncias conjugaram-se para atingir tal grau de destruição: duas cidades muito povoadas na área de maior intensidade; a hora madrugadora do primeiro “abalo destruidor” (Navarro, 1909: 100), quando as pessoas estariam recolhidas nas suas casas; a “terrível violência” (Navarro, 1909: 100) do terramoto; as más condições dos edifícios. Aos efeitos do terramoto de Messina deram atenção Navarro (1909) e Cabral (1909a), dois autores que procuraram explicar o sucedido no sul de Itália e o fenómeno sísmico em geral, tendo a revista *Brotéria*²⁹ oportunamente publicado ambas as interpretações.

Foi num colégio dedicado ao ensino secundário, o Colégio de S. Fiel, situado na zona das Serras da Gardunha e da Estrela, que, em 1902, se iniciou a publicação da revista (*Brotéria*, 1902). Na altura, os seus redatores, membros da Companhia de Jesus, apresentavam-na como sendo uma revista com o intuito do desenvolvimento das

²⁸ Machado (1970) considera que o número de mortos atingiu cerca de 60 mil, praticamente todos nas cidades de Messina e Reggio, que tinham uma população pouco superior a 100 mil.

²⁹ Apesar do título adotado poder indiciar uma dedicação à fauna e à flora, numa homenagem ao naturalista português Felix d’Avelar Brotero (1744-1828), outros ramos das ciências naturais foram tidos em conta. Por exemplo, no volume XII (1914) foi introduzida uma secção sobre “Sismologia”.

ciências naturais e, portanto, de caráter científico³⁰ (*Brotéria*, 1902). Se assim se manteve nos primeiros cinco anos, a continuidade da *Brotéria* só foi possível com a introdução de temas e artigos para um público mais vasto do que a reduzida comunidade científica de então (Mendonça, 2004). A partir de 1907, a *Brotéria* foi subdividida em três séries, Zoologia, Botânica e Vulgarização Científica (*Brotéria*, 1965), sendo nesta terceira série que as referidas dissertações foram publicadas, no mesmo ano em que ocorreu o terramoto no Ribatejo (1909).

O diretor da estação sismológica de Cartuja (Granada), o padre jesuíta Manuel Navarro, que já colaborara com esta revista (ver tabela F1 no final deste apêndice), incluiu como causas dos abalos da crosta terrestre as ruínas resultantes da dissolução das camadas calcárias, os desabamentos nas minas e as erupções vulcânicas. Apesar dos tremores de origem vulcânica costumarem ser “fracos”, o terramoto de Messina poderia ter estado relacionado com o “magma lávico que alimenta o Stromboli” (Navarro, 1909: 104), cuja cristalização seria responsável por choques, com repercussões elásticas, ocasionando os terremotos. Esta ideia foi defendida pelo Professor Gerland, fundador da Associação Internacional Sismológica. Navarro (1909) termina a sua dissertação defendendo que a causa da maior parte dos terremotos são “os deslocamentos de porções desse conjunto variado e nada homogêneo de rochas existentes na crosta externa da terra” (segundo Lapparent³¹, comparáveis a peças embutidas), resultantes do “enrugamento da crosta terrestre” e dos “desnívelamentos que já existem à superfície da terra” (Navarro, 1909: 109).

A propósito das explicações sobre a origem dos terremotos, Cabral (1909a), aluno do igualmente jesuíta Colégio de Campolide, que teria nova colaboração na revista *Brotéria* após o TB, também faz referência ao vulcanismo, mas considera que os grandes terremotos nada têm em comum com o vulcanismo e que a independência entre a sismicidade e a vulcanicidade é um “dogma geológico” (Cabral, 1909a: 111). Também faz referência aos desmoronamentos, possível explicação de pequenos terremotos locais, uma vez que pela grande pressão, não lhe parece provável a existência de espaços no interior da terra que justifiquem que um desmoronamento possa ser percebido numa área extensa como aquela que abrangeu o Grande Terramoto de Lisboa. Mas a teoria “mais universalmente admitida” era a que associava os tremores

³⁰ Apesar de se afirmar como de natureza científica no editorial de abertura, esta revista destinada a combater o anticlericalismo tinha “intenção e enquadramento católico” (Mendonça, 2004: 260).

³¹ Alberto de Lapparent (1839-1908) é autor do prefácio da obra de Montessus de Ballore (1906) sobre geografia sismológica tida em conta no capítulo 3.

de terra a nas “convulsões súbitas dadas na série contínua de fenómenos, tendentes à contração do núcleo terrestre” (Cabral, 1909a: 112). Segundo ela, há um foco interior, onde se dá a contração e a partir do qual se propagam os abalos em todas as direções “segundo as leis de propagação do movimento num meio heterogéneo” (Cabral, 1909a: 114).

Quanto ao terramoto que motivou a dissertação, Cabral (1909a) afirmou ter ficado claramente demonstrada a independência entre a sismicidade e a vulcanicidade, pois “nenhum dos numerosos vulcões que cercam a região afetada, se convulsionou” (Cabral, 1909a: 124). Também a hipótese de desmoronamento ficou rejeitada, uma vez que foram sentidos abalos fortes no Norte de Itália, a grande distância, sem haver notícia, no entanto, de grandes afundamentos. A ocorrência do terramoto no Sul de Itália vinha confirmar que a terra ainda não atingira a sua forma definitiva e validava a teoria da contração. Considerou assim natural, tendo em atenção a juventude geológica da Itália (o autor cita Montessus de Ballore), a frequência de terremotos nesta região e previu mesmo a sua continuidade.

O terramoto ocorrido em Messina e Reggio foi registado por “mais de duzentos sismógrafos espalhados por quase toda a superfície da terra” (Navarro, 1909: 100). O sismograma produzido pelo Observatório de Ebro, em Espanha, revelou três fases, com diferentes velocidades as duas primeiras, tal como Cabral (1909a) previra, recorrendo a Wertheim, que já antes (1849) havia reconhecido que “todo e qualquer abalo produzido num sólido dava origem a duas ondas de propagação, uma transversal e outra longitudinal e que a primeira se devia propagar duas vezes mais devagar que a segunda” (Cabral, 1909a: 119)³². Navarro (1909) comparou informação sismográfica proveniente de várias estações (incluindo a de que era diretor, em Granada e a do Observatório geodinâmico de Messina) para concluir que o elevado grau de destruição de Messina não estaria associado a um sismo particularmente “forte” mas antes com um foco de pequena profundidade, suportando a hipótese que levantara com base numa área de abalo “bastante reduzida” (Navarro, 1909: 102-103).

Podemos assim concluir que antes do estudo produzido por Ferreira Diniz, sobre o terramoto de Benavente e tendo por base informação produzida pelo sismograma da estação sismográfica de Coimbra, já um outro autor português recorrera a informação sismográfica (neste caso, de uma estação sismográfica fora do território nacional) para

³² Ver capítulo 3, secção 3.2.

estudar um sismo (neste caso, com efeitos também fora do território nacional), um estudo divulgado através da revista *Brotéria*, que assim dava o seu contributo para o desenvolvimento das ciências naturais (neste caso, ciência dos sismos) em Portugal.

TABELA F1. Trabalhos de Manuel Navarro publicados na revista *Brotéria*. Na coluna das observações encontra-se uma sinopse de cada uma das contribuições. Extraído de *Brotéria*.

Ano	Vol/Fasc	Título	Observação
1907	VI	Os terremotos observados sem o auxílio de instrumentos	Ensaio com uma significativa abordagem física e matemática sobre os efeitos mecânicos dos terremotos e respetiva observação sem recurso a instrumentos. Inclui ainda considerações sobre mapas sísmicos, sobre intensidade e frequência dos abalos, duração e hora exata, sobre fenómenos acústicos e sobre observações tiradas dos animais. Referência ao “recente” terramoto de S. Francisco.
1909	VIII	O recente terramoto de Messina	O terramoto ocorrido na Calábria, Itália, a 28 de dezembro de 1909, é o motivo para o autor dissertar sobre as causas das grandes catástrofes.
1914	XII/I e II	Os últimos descobrimentos em Sismologia	Ponto da situação relativamente a estações sismológicas, sismógrafos (e sismogramas) e determinações do epicentro.
1930	XI	O estado actual da Sismologia	Novo ponto da situação em relação ao desenvolvimento da sismologia, abordando as mesmas áreas que o artigo de 1914.
1937	I	Os Jesuítas e a sismologia	Ponto da situação relativamente às estações sismológicas da Companhia de Jesus (mais de 20) a nível mundial.

APÊNDICE G – Estudos não coevos sobre o Terramoto de Benavente

Para além dos estudos coevos sobre o TB, como o oficial, de Paul Choffat e Alfredo Bensaúde (1912), e o de iniciativa individual com recurso a informação sismográfica, por Ferreira Diniz, outros estudos foram realizados posteriormente com base na informação recolhida, por exemplo, a partir do questionário distribuído a nível nacional na sequência do estudo oficial ou a partir de sismogramas obtidos pelas estações sismográficas que, em 1909, já vigiavam a superfície terrestre, embora, como sabemos, no território continental nacional estivesse apenas operacional o sismógrafo de Coimbra. São alguns desses estudos não coevos, com interpretações mais atuais do fenómeno, que destacamos de seguida.

E foi precisamente o Diretor do Instituto Geofísico de Coimbra e delegado do Governo Português na secção sismológica da União Geodésica e Geofísica Internacional, Anselmo Ferraz de Carvalho, que publicou em 1925 um estudo atual dos tremores de terra (Carvalho, 1925), já com uma abordagem claramente física e matemática. Neste estudo, o autor referiu-se a uma memória apresentada por Vicente Inglada no congresso do Porto da “Associação espanhola para o progresso das Ciências”, em junho de 1921, em que os dados publicados por Choffat e Bensaúde (1912), nomeadamente as informações relativas à intensidade sísmica, foram usados para obter um valor final de 3,25 km de profundidade do hipocentro do TB (Carvalho, 1925).

Na década de 50, o acontecimento sísmico de 1909 serviu para Antunes (1957-58) realçar a importância de estudar os elementos disponíveis sobre os tremores de terra ocorridos em território nacional, mesmo que escassos. Com epicentro em “terra nossa” (Antunes, 1957-58: 6) e tendo ocorrido numa época em que já existiam estações sismológicas em funcionamento, o TB era um dos acontecimentos sísmicos de que se conheciam mais pormenores. Tendo por base o relatório de Choffat e Bensaúde (1912), mas também os estudos de Cabral (1909), Calderón (1909), Castro (1909), Comas Sola (1909), Diniz (1910), Navarro-Neumann (1910) e Roldan e Pego (1909), bem como as tabelas de tempos de propagação de Jeffreys e Bullen (1940 e 1948), o autor concluiu como coordenadas epicentrais $38^{\circ}56'N$ e $8^{\circ}44'W$, tempo no foco $17h39m36,8$ seg de T.U., profundidade do foco variável entre 15 km e 31 km e magnitude do abalo de $7\frac{1}{3}$ (Antunes, 1957-58).

No início da década de 70, no *Curso de Sismologia* de Frederico Machado, a provável causa do TB é atribuída a uma diretriz tectónica com direção SW-NE e com penetração nos vales do Sado e do Tejo. A energia libertada na origem, a 30 km de profundidade, originou um sismo com magnitude 6,7 e um raio de percetibilidade de 450 km. Com base em elementos de Choffat e Bensaúde (1912), Machado (1970) elaborou um mapa de isossistas (ver figura G1), no qual podemos verificar que a intensidade no epicentro, com localização terrestre, terá sido inferior a 9.

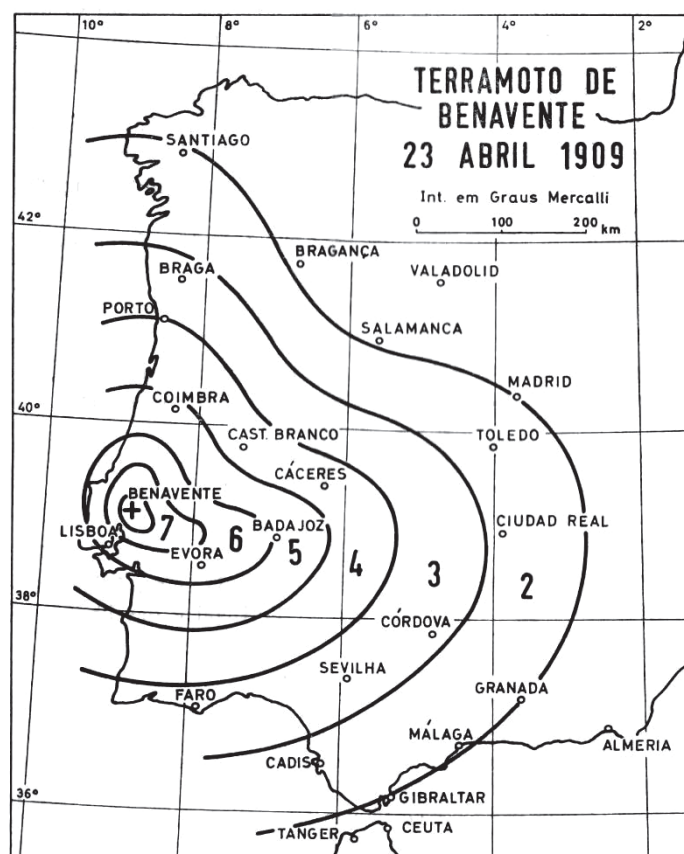


Figura G1- Isossistas do TB, de 1909. Extraído de Machado (1970: 137)

Mais recentemente, este terramoto com epicentro em Benavente e que afetou uma vasta área da Península Ibérica (cerca de 215000 km²) no decorrer do século XX, foi considerado por Teves-Costa e Batlló (2005) como tendo magnitude 6,3 e uma falha inversa como mecanismo focal. Os autores consideram que a interpretação dos dados macrossísmicos poderá ter sido sobrestimada, tendo em atenção a reduzida informação sobre o estado de conservação dos edifícios afetados, que poderiam já estar em estado de grande vulnerabilidade.

Um grupo de autores nacionais e internacionais elaborou o estado da arte deste acontecimento sísmico, compilando 32 sismogramas de 14 estações sísmicas europeias (não incluindo o da estação sismográfica de Coimbra) e confirmando um valor de magnitude de 6,13 (e de 6,35 para as ondas superficiais, neste caso tendo apenas em atenção a leitura de amplitude nos registos de maior confiança, os obtidos em sismógrafos Wiechert). Quanto à localização epicentral, os dados disponíveis não permitem uma determinação com qualidade, mas tendo por base um estudo de Cabral, Ribeiro, Figueiredo, Pimentel e Martins (2004), os autores deste estado da arte sobre o TB concluem ser possível que a falha da Azambuja, uma falha potencialmente ativa que existe na região do Vale Inferior do Tejo, tenha sido responsável pela geração deste sismo (Teves-Costa, Batlló, Rio e Macià, 2005).

Podemos concluir que este sismo ocorrido no início do século XX, quando a sismologia instrumental nacional ensaiava os primeiros passos, foi posteriormente alvo de diversos estudos que tendencialmente foram diminuindo a “força” que lhe foi atribuída inicialmente, devendo a avaliação feita nos estudos mais recentes, porque baseada em registos instrumentais e em número considerável, merecer mais confiança. No entanto, não deixou de ser um dos sismos com maior efeito destruidor em território continental nacional e, como sabemos agora, com repercussão significativa ao nível do desenvolvimento da sismologia em Portugal.

APÊNDICE H - Cronologia de acontecimentos sísmicos com repercussões para a História da Ciência dos sismos

Acontecimentos sísmicos ³³		Repercussões para a História da Ciência dos sismos	
data	designação	a nível nacional	a nível internacional
1755 (1 nov)	Lisboa	Questionário sobre sinais e manifestações do terramoto, abrangendo o território nacional. Estudo sobre sismicidade histórica, por Moreira de Mendonça. Adoção de medidas preventivas na (re)construção. Estudo não coevo sobre sismicidade histórica (1919-1932), por Pereira de Sousa	Reflexão sobre os terramotos como fenómenos naturais, por Kant. Comunicação à <i>Royal Society</i> , sobre propagação ondulatória no interior da terra, por Michell. Estudo não coevo sobre sismicidade histórica, por Reid (1914).
1783 (5 fev)	Calabria		Estudo por uma comissão científica.
1791 (27 nov)	Beja	Estudos sobre propagação do sismo incluídos no diário de Manuel do Cenáculo.	
1795 (18 nov)	Derbyshire e Nottinghamshire		Comunicação à <i>Royal Society</i> , por Bennet, proporcionando debate entre apoiantes do calor e da eletricidade.
1857 (16 dez)	Nápoles		Primeiro estudo científico, de campo, sobre danos resultantes de um acontecimento sísmico, por Mallet.
1858 (11 nov)	Setúbal	Estudo não coevo sobre sismicidade histórica (1930), por Pereira de Sousa.	
1880 (22 fev)	Yokohama, Japão		Criação da Sociedade Sismológica do Japão.
1889 (18 abr)	Japão		Primeiro registo de um sismo ocorrido a grande distância, por von Rebeur-Paschwitz.
1897 (12 jun)	Assam, Índia		Reconhecimento das fases (primária e secundária) de um sismo ocorrido a grande distância.
1902 (8 mai)	Martinica, Caraíbas	Conferência na Sociedade de Geografia de Lisboa, por Paul Choffat.	Fenómeno pela primeira vez descrito e designado por nuvem ardente, por Alfred Lacroix.

³³ Na lista constam os acontecimentos sísmicos ocorridos entre 1755 e meado do século XX que considerámos significativos para o desenvolvimento da ciência dos sismos/sismologia. Os dois últimos acontecimentos, apesar de temporalmente fora do período considerado, constam na lista pela sua grande relevância para a história da sismologia em Portugal.

Acontecimentos sísmicos		Repercussões para a História da Ciência dos sismos	
data	designação	a nível nacional	a nível internacional
1903 (9 ago e 14 set)	Portugal	Alerta sobre a falta de observação metódica dos acontecimentos sísmicos, em Portugal, por Paul Choffat. Carta de isossistas (curvas isossísmicas) do terramoto de 9 de agosto de 1903, por Paul Choffat.	
1906 (18 abr)	S. Francisco, EUA		Criação da Sociedade Sismológica Americana. Comissão para estudo do terramoto integrada por Reid, autor da teoria do ressalto elástico (1910).
1908 (28 dez)	Messina, Itália	Conferência na Associação dos Engenheiros Civis Portugueses, por Paul Choffat.	Estudos com recurso a informação sismográfica, por autores nacionais e internacionais. Criação pelos jesuítas de uma rede sísmica
1909 (23 abr)	Ribatejo, Portugal	Conferência na Associação dos Engenheiros Civis Portugueses, por Pereira de Sousa. Relatório elaborado por uma comissão oficial, por Paul Choffat e Alfredo Bensaúde. Estudo baseado num sismograma nacional, por Ferreira Diniz. Portaria de 2 de dezembro de 1909, para instalação dos serviços sismológicos em Portugal, um objetivo que se concretiza com a criação do Serviço Meteorológico Nacional (1946).	
1909 (8 out)	Balcãs		Descoberta de uma descontinuidade no interior da Terra, por Andrija Mohorovicic.
1923 (1 set)	Yokohama (Kanto), Japão		Instituto de Pesquisa de Terramotos (Tóquio).
1941 (25 nov)	Portugal	Estudos segundo abordagem físico-matemática, por H.A. Ferreira e M. T. Antunes.	
1957-58	Capelinhos, Açores	Monitorização por um geofísico do Serviço Meteorológico Nacional. A previsão sísmica ao serviço da população da ilha do Faial: evacuação de povoações na sequência da série sísmica de 12-13 de maio de 1958.	Estudos sobre tectónica do Faial, por Tazieff e sobre análise de sons, por Richards, Hersey e McGuinness.
1969 (28 fev)	Portugal	O Serviço Meteorológico Nacional instalou uma rede analógica constituída por nove estações sismográficas que, com as três existentes, passou a monitorizar o território continental.	

APÊNDICE I – Os fundadores da sismologia nacional

	Primeiros anos e formação	Funções exercidas	Contributos relevantes
Anselmo Ferraz de Carvalho (1878-1955)	Formado em Filosofia, foi professor na Faculdade de Filosofia e depois transitou para a de Ciências, na Universidade de Coimbra.	Prof. de Geog. Física e Geol. da Fac. de Ciências da Univ. de Coimbra. Diretor do Observatório Meteor. e Magnético da Univ. de Coimbra, depois Instituto Geofísico, desde 1914 até criação do SMN (1946). Diretor do Museu Mineralógico e Geológico da mesma Univers. Presidente honorário da Soc. de Meteorologia e Geofísica de Portugal.	O <i>Estudo atual dos tremores de Terra</i> (Carvalho, 1925) será o primeiro tratado sobre sismologia publicado em Portugal (Fiolhais, Simões e Martins, 2013), com a devida abordagem físico-matemática. Colaborador na revista de sismologia e geofísica <i>A Terra</i> . Coautor de manuais para o ensino secundário, em ciências geológicas.
Francisco Afonso da Costa Chaves e Melo (1857-1926)	Cursou com distinção o Secundário no Liceu de Ponta Delgada e concluiu o curso de infantaria da Escola do Exército em Lisboa. Frequentou disciplinas de Física, Matemática e Desenho, na Escola Politécnica de Lisboa, não concluindo por razões de saúde. Formação especializada em Paris e no Observatório do Parc Saint-Maür.	Integrado numa carreira militar, dirigiu o posto meteorológico desde 1893 e, depois, o Serviço Meteorológico dos Açores (1901), até falecer, em 1926. Membro da Comissão Permanente da Associação Sismológica Internacional.	Iniciador dos estudos sismográficos em Portugal e de geomagnetismo nos Açores, e organizador do serviço da hora oficial (Ferreira, 1959). Montou primeiro posto sismográfico do país (1902) em S. Miguel (Tavares, 2009). Participou numa reunião preliminar (1903) de criação da Assoc. Sismol. Intern., que Portugal viria a integrar. Discípulos fundam a Soc. Afonso Chaves para promoção de estudos açoreanos (Martins, 2017), que o faz até hoje.
Francisco Luís Pereira de Sousa (1870-1931)	Frequentou o curso de engenharia militar na Escola do Exército. Com a tese “Idea geral dos efeitos do megasismo em Portugal” apresentou-se a concurso e foi admitido como segundo assistente da cadeira de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, antiga Escola Politécnica, em 1911.	Entrou nos serviços geológicos em 1910. Primeiro assistente em 1915 e professor catedrático em 1929, da Escola Politécnica. Diretor do Museu de Mineralogia e Geologia. Vice-presidente da <i>Société Géologique de France</i> e da Assoc. dos Arqueólogos Portug., bem como sócio da Assoc. dos Eng. Civis Portug., da Academia das Ciências de Lisboa e da Soc. de Geografia (Simões, 1931; Carneiro e Mota, 2005).	<i>O Terramoto do 1º de novembro de 1755 em Portugal e Um estudo Demográfico</i> é um estudo de referência com base em informação histórica que pela dimensão se destaca de outros que efetuou, como catálogos de macrossismos. Em <i>A Terra</i> defende a relação entre a propagação dos abalos sísmicos e a ocorrência de fraturas e falhas, e reclama uma nova ciência, a “sismotectónica”, um bom exemplo da sua abordagem sismológica.

	Primeiros anos e formação	Funções exercidas	Contributos relevantes
Frederico de Menezes Avelino Machado (1918-2000)	Frederico Machado foi aluno de José Agostinho, no Liceu de Angra do Heroísmo. Licenciatura em Engenharia Civil (1941) pelo Inst. Sup. Técnico Doutoramento em Engenharia Civil (1963), pela Univ. Técn. de Lisboa. Agregação em Geofísica (1981), pela Univ. dos Açores.	Engenheiro de serviços de obras públicas, entre 1941 e 1963 (Forjaz, 1997), tendo sido nesta qualidade que deu indicação para a evacuação das populações na sequência da crise sísmica de 12-13 maio de 1957. Investigador na Junta de Investigações do Ultramar (1963-1966 e 1968-1976) e na Universidade de Oxford (1966-1968). Lecionou Vulcanologia e Sismologia na Faculdade de Ciências de Lisboa, em 1965 e 1966, tendo as lições sido organizadas para publicação. Professor catedrático.	Observação/ interpretação do acontecimento sísmico e vulcânico que foi a erupção dos Capelinhos, incluindo levantamento topográfico da evolução do cone (Machado, 1960), um estudo da sua iniciativa que deveria ter competido a um serviço nacional de geofísica recém-criado mas sem recursos. Curso de Sismologia, uma publicação editada em 1970, pela Junta de Investigações do Ultramar, destinada ao curso de Geologia, mas com uma abordagem física e matemática.
Herculano Amorim Ferreira (1895-1974)	Nasceu no Rosário, Lagoa, na ilha de S. Miguel (Açores). Curso de Engenharia em 1916, com a primeira classificação do seu curso. Licenciatura em Ciências Físico-Químicas (1923) pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e doutoramento na mesma instituição após estágio no Imperial College, de Londres (1929-1930).	Professor catedrático de Física da Fac. de Ciências da Univ. de Lisboa. Diretor do Instituto Geofísico Infante D. Luís desde 1937 até 1964. Secretário da Junta dos Serviços Meteorológicos do Ministério da Educação Nacional. Primeiro diretor do SMN, nomeado em set. de 1946. Primeiro titular de Meteorologia e Geofísica na Fac. de Ciências da Univ. de Lisboa. Sócio efetivo e mais tarde Presidente da Academia das Ciências.	Coordenador do relatório que levou à criação do SMN. Redigiu um conjunto de instruções técnicas visando a uniformização de procedimentos nas estações meteorológicas associadas ao Observatório (Ferreira, 1940). Envio de ofício ao Diretor-Geral do Ensino Superior a solicitar que se estabelecesse o ensino universitário destinado à preparação de meteorologistas (Peixoto, 1987)
José Agostinho (1888-1978)	Estudos gerais em Angra do Heroísmo e Lisboa. Após ter concluído o curso de Artilharia, atingiu postos sucessivos até tenente-coronel em 1931. Concluiu o curso de Engenharia Civil (1924). Militar e discípulo de Afonso Chaves (Martins, 2001). Poliglota, o que facilitou contacto com cientistas estrangeiros.	Diretor do Serviço Meteor. dos Açores, após a morte de Afonso Chaves (1926). Delegado português à reunião em Salzburgo da Org. Meteorol. Internac. (1937) e à Assembleia da União Geodésica e Geofísica Intern. realizada em Washington (1939). Presidente do núcleo açoriano da Soc. de Meteor. e Geofísica de Portugal. Diretor da Soc. Afonso Chaves (que ajudou a fundar).	Trabalhos diversos sobre sismicidade e vulcanismo dos Açores, mas destacamos o relato da sismicidade e história sísmica do arquipélago (Agostinho, 1955), no qual define zonas de risco com vista à construção anti-sísmica. Colaborou em <i>A Terra e Açoreana</i> , tendo sido primeiro diretor desta. Invenção do nefoscópio de reflexão, um aparelho para determinar a velocidade do vento à altitude das nuvens.

	Primeiros anos e formação	Funções exercidas	Contributos relevantes
José de Oliveira Ferreira Diniz (1878-19--)	Formou-se em Filosofia pela Universidade de Coimbra e apresentou em 1906 uma dissertação para o concurso do 3º grupo de disciplinas de escolas industriais, sobre carvões minerais. Curso da Escola Colonial. (<i>Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira</i> , XI: 194).	Sobre este colonialista e escritor sabemos que rumou a Angola após a publicação do trabalho que destacamos como contributo. Secretário dos Negócios Índigenas das colónias de Angola e Guiné. Curador Geral da Província de Angola, (Diniz, 1918: s.p.). Fez serviço no Ministério das Colónias até a aposentação.	O trabalho “Contribuição para o estudo dos tremores de terra em Portugal. O abalo sísmico de 23 de Abril de 1909” publicado na <i>Revista de Obras Públicas e Minas</i> (Diniz, 1911) é a primeira aplicação da abordagem instrumental ao estudo de um sismograma obtido numa estação sísmica em território nacional (Coimbra).
Léon Paul Choffat (1850-1919)	Nasceu na suíça e, após a graduação na Univers. de Zurique, desempenhou funções como professor na Escola Politécnica de Zurique. O trabalho de campo nas serranias do Jura permitiu-lhe um conhecimento íntimo dos terrenos jurássicos.	Foi na condição de geólogo que participou no Congresso de Paris de 1878, onde se encontrou pela primeira vez com Carlos Ribeiro. Em Portugal, Choffat começou naturalmente por estudar o jurássico português, logo de forma oficial, embora só em 1883 fosse contratado para os Serviços Geológicos (Pinto, 2001). É vasta a obra durante os cerca de quarenta anos que permaneceu em Portugal.	Coautor do estudo oficial do TB (Choffat e Bensaúde, 1912), com abordagem por questionário mas apelando à via instrumental. Utilização da perspectiva tectónica na interpretação das causas do sismo (Choffat, 1902). Primeiro traçado de curvas isossísmicas, definindo três zonas de intensidade para o sismo de 9 de agosto de 1903. No mesmo estudo (Choffat, 1904), esboço da curva isossísmica de maior intensidade para o GTL.
Raúl Fernandes Ramalho de Miranda (1902-1978)	Licenciado. Assistente de Ciências Geológicas.	Prof. da Univ. de Coimbra, assistente de Geografia Física e Física do Globo. Sócio da Sociedade de Geografia de Lisboa, do Instituto de Coimbra, da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, da Sociedade de Estudos de Angola, da Sociedade Sismológica Italiana e da Sociedade Portuguesa de Estudos Eugénicos.	Fundou e dirigiu a revista <i>A Terra</i> , durante sete anos, para divulgação da geofísica e da sismologia, reunindo colaborações nacionais e internacionais. Fundou a Soc. de Meteor. e Geofísica, de que foi secretário-geral, e promoveu um Inst. Nac. de Geofísica. Catálogo sísmico, pelo IGUC, continuando trabalho de Pereira de Sousa pelos Serviços Geológicos (Miranda, 1930; Carvalho, 1946). Autor de <i>Introdução à Sismologia</i> (1942).

ÍNDICE REMISSIVO

- A Ciência Sismológica*, 146, 147, 165
A Geologia Sismológica, 165
A Nação, 28, 48, 54, 59, 60
A Terra, 7, 53, 89, 107 a 115, 118, 119, 121, 165, 203, 223 a 226, 239, 244, 246, 251, 255, 256, 258, 308, 309, 310
- Academia
das Ciências de Portugal, 63, 66, 68
de Ciências de Lisboa, 42, 52, 83, 84, 85, 94, 205, 213, 215, 219, 228, 248, 251, 254 a 259, 263, 265, 266, 268, 308, 309
de Ciências de Paris, 90, 171
Real das Ciências de Lisboa, 82, 84, 85, 87, 248, 252, 257, 258
Real das Ciências de Paris, 13, 142
Real de História Portuguesa, 178
- Açoreana* (publicação da Sociedade Afonso Chaves), 53, 114, 115, 116, 118, 248, 252, 253, 255, 257, 258, 309
- Agostinho, José, 37, 38, 113 a 116, 226, 242, 248, 309
- Albert I do Mónaco, 214, 259, 269
- Almeida, Teodoro de, 74, 75, 76, 81, 82, 117, 120, 126, 164, 244, 249, 257, 264
- Almeida, Xavier de, 97 a 100, 248
- anti-sísmica(s)
construção, 2, 90, 111, 112, 121, 168, 226, 248, 255, 309
defesa, 227
medidas, 2, 11, 203
proteção, 262
- Anuário Sismológico de Portugal*, 242
- Araújo, Jaime Aurélio Wills de, 85, 215, 241
- Arrábida (Serra da, cadeia da), 71, 206, 251
- Associação
Britânica para o Avanço das Ciências, 145, 221
Comercial de Lojistas de Lisboa, 211, 213, 238, 250
dos Engenheiros Civis Portugueses, 53, 83, 84, 89, 92, 93, 166, 167, 202, 208 a 211, 218, 219, 223, 251, 252, 258, 307
- Sismológica Internacional /de Sismologia, 155, 157, 160, 161, 163, 184, 209, 220, 226, 308
- Assunção, Carlos, 80, 81, 249
- Ballore, Montessus de, 121, 125, 134, 139, 140, 144 a 148, 157, 158, 162, 164, 165, 168, 186, 193, 211, 244, 249, 296, 300, 301
- Barrel, Joseph, 154
- Beaumont, Elie de, 88, 141, 142, 148, 162, 164, 244, 248
- Bennet, Abraham, 135, 136, 164, 252, 306
- Bensaúde, Alfredo, 3, 48, 81, 87, 116, 167, 183 a 191, 199 a 202, 209, 212, 218, 220, 245, 251, 252, 267, 279, 296, 303, 304, 307, 310
- Biblioteca Cosmos* (BC), 74, 75, 80, 82, 117, 120, 227, 244, 249
- Biblioteca do Povo e das Escolas* (BPE), 74 a 78, 80, 81, 82, 117, 120, 244, 248
- Bonnet, Charles, 83
- Brotéria*, 8, 50, 248, 250, 255, 256, 299, 300, 302
- Buffon, conde de, 15, 16, 49, 141, 169, 171, 250, 274, 275
- Bulletino del Vulcanismo italiano*, 157
- Camacho, Inocêncio, 211, 250
- Capelinhos, erupção dos/do vulcão dos, 8, 115, 204, 233 a 236, 238, 240, 241, 242, 246, 250, 253, 260, 307, 309
- Caraça, Bento de Jesus, 75, 120, 249
- Carvalho, Anselmo Ferraz de, 81, 89, 90, 97, 101, 105, 106, 108, 113, 215, 216, 225, 226, 248, 251, 303, 308, 310
- Carvalho, Rómulo de, 49, 50, 52, 95, 96, 97, 120, 121, 126, 169, 241, 251, 264,
- Castro, Egas de, 90, 186, 251, 296, 303
- Castro, Eugénio Canto e, 234, 251
- catálogo sísmico, 11 a 15, 17, 21, 22, 23, 27 a 37, 39, 41 a 50, 56, 60, 66, 80, 90, 138, 139, 145, 146, 148, 149,

- 151, 157, 167, 179, 193, 243, 256 a 259, 263, 264, 265, 269, 270 a 278, 283, 308, 310
- Cecchi, Filippo, 139, 152
- Centro de Estudos Geográficos da Faculdade de Letras de Lisboa, 235
- Chaves, Afonso, 37, 114, 116, 157, 209, 211, 215, 221, 234, 248, 249, 252, 255, 257, 259, 269, 308, 309
- Choffat, Paul, 3, 28, 48, 50, 66, 81, 85, 86, 87, 93, 94, 101, 118, 121, 134, 146, 164, 167, 176, 177, 183 a 192, 194, 199 a 202, 205 a 212, 218, 219, 220, 245, 251, 257, 267, 279, 296, 303, 304, 306, 307, 310
- ciência dos sismos, 1, 3 a 9, 29, 46, 52, 53, 71, 73, 81, 82, 84 a 87, 89, 90, 92, 93, 94, 110, 117, 118, 119, 123, 124, 127, 135, 138, 151, 155, 161, 163, 166, 196, 204, 233, 234, 240, 243, 244, 245, 261, 264, 266, 299, 302, 306, 307
- ciências geofísicas, 7, 8, 77, 89, 91, 92, 94, 109, 110, 118, 204, 213, 228, 234, 238, 239, 240, 246, 257, 265 a 269
- ciências geofísicas (licenciatura em), 204, 228, 229, 230, 232, 236, 239, 241, 246
- ciências geológicas, 96, 211, 254, 308, 310
- Colégio de S. Fiel, 250, 256, 299
- Comissão Geológica/ do Serviço Geológico de Portugal, 83, 121, 156, 183, 204, 206, 218, 251
- comissão sismológica, 66, 135, 148, 157, 163, 167, 183, 184, 186, 191, 199, 200, 203, 210, 211, 212, 218 a 221, 226, 239, 245, 306, 307, 308
- Comissão Sismológica Suíça, 185, 190, 265, 279
- Companhia de Jesus, 49, 160 a 163, 299, 302
- Comptes rendus*, 88, 121, 156, 177, 249, 251, 258, 259
- comunicação pública, 1, 4, 8, 9, 51, 52, 94, 118, 202, 261 (apêndice A)
- Comunicações* (dos Serviços Geológicos), 27, 28, 50, 85, 86, 87, 94, 101, 119, 164, 208, 241, 249, 251, 258, 260
- Congregação do Oratório, 49, 74, 82, 125, 178, 257
- Contração da Terra, teoria da, 141 a 144, 206, 301
- cooperação internacional, 124, 155, 158, 161, 163, 165
- Corazzi, David, 74, 77, 251, 254
- Cordeiro, António Maria de Mattos, 78
- Costa, Augusto Ramos da, 110, 111, 113, 224, 225, 251
- Costa, Pereira da, 83, 121
- cronologia (de acontecimentos sísmicos), 8, 14, 34, 40, 48, 270 a 278, 306 (apêndice H)
- Cunha, Xavier da, 77
- Dana, James, 91, 143, 148, 162, 244
- Darwin, Erasmus, 135, 136, 164
- De re physica*, 282, 284, 285
- Delgado, Nery, 85, 101, 121, 204, 205, 251, 257
- Deriva continental, 16, 144
- Diário de Notícias*, 54, 61 a 66, 69, 71, 74, 87, 119, 188, 202, 244, 248
- Diário do Governo*, 28, 55, 60, 76, 157, 184, 204, 209, 211, 219 a 223, 226, 241, 248, 260
- Diderot, Denis, 73
- Diniz, Ferreira, 3, 67, 68, 93, 167, 183, 191 a 202, 245, 252, 295, 301, 303, 307, 310
- Direção Geral da Instrução Secundária, Superior e Especial, 93, 215, 219, 220, 221, 223
- dissertação física (sobre os terramotos), 13, 14, 23, 49, 170, 284
- efeitos de sismos
- em geral, 1, 2, 6, 8, 10, 11 a 14, 16, 17, 21, 22, 24 a 28, 32, 33, 36, 42 a 45, 47, 49, 52, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 64, 69, 70, 72, 76, 79, 80, 90, 93, 100, 103, 115, 117, 120, 121, 123 a 128, 130, 131, 133 a 136, 140, 142, 149, 154, 155, 162, 163, 164, 166, 167, 169, 170, 172 a 190, 192, 193, 194, 199, 200, 201, 206, 207, 209, 201, 211, 218, 226, 227, 238, 242 a 245, 261 a 264, 276,

- 281 a 284, 286 a 291, 297, 299, 302, 308
- incêndio, 19, 20, 62, 67, 69, 125, 168, 174, 179, 202, 257, 279, 283, 292
- tsunami, 11, 15, 18, 19, 24, 25, 26, 43, 48, 50, 120, 134, 201, 241, 249, 252, 270, 273, 276, 277, 282
- vítimas mortais/mortos, 3, 20, 21, 22, 24, 30, 34, 36, 37, 40, 42, 45, 48, 50, 58, 59, 65, 67, 121, 168, 178, 263, 273, 292, 299
- eletricidade, 201, 226, 229, 232
 como causa de sismos, 49, 134, 135, 136, 162, 244, 306
- Enciclopédia, 73, 74, 120
- Engenharia, 6, 11, 31, 46, 47, 83, 113, 151, 168, 241, 252, 256, 257, 259, 261, 263, 308, 309
- engenheiro, 8, 27, 46, 60, 83, 85, 110, 113, 121, 138, 142, 150, 151, 156, 164, 176, 201, 202, 204, 212, 223, 226, 235 a 238, 250, 309
- epicentral (região), 48, 106, 176, 177, 187, 195, 197, 198, 200
- epicentro, 3, 10, 30, 31, 36, 47, 48, 50, 70, 73, 93, 129, 133, 138, 150, 158, 161, 163, 176, 201, 202, 210, 225, 241, 246, 273, 302, 303, 304, 305
- escalas (de intensidade sísmica), 8, 9, 29, 121, 124, 149, 151, 154, 162, 185, 186, 192, 295 (apêndice E)
- de Cancani, 90, 185, 186, 192, 296
- de Mercalli, 135, 178, 180, 185, 186, 189, 192, 234, 295, 296
- de Omori, 192, 198
- de Sieberg, 149
- Macrossísmica Europeia, 151, 249, 298
- Modificada de Mercalli, 31, 47, 149, 297
- Rossi-Forel, 66, 106, 149, 177, 185, 189, 192, 194, 198, 201, 212, 295
- Escolas Politécnicas, 60, 62, 63, 97, 98, 100, 121, 141, 164, 208, 213, 216, 241, 249, 251, 252, 254, 257, 268, 308, 310
- Faculdades de Ciências, 101, 113, 216, 228 a 231, 236, 241, 249 a 252, 254, 257, 268, 308, 309
- fases (de ondas sísmicas), 151 a 154, 165, 198, 216, 301, 306
- Feijoo, Benito, 16, 49, 171
- Ferreira, Eduardo, 63, 66
- Ferreira, Ernesto, 21, 114, 116, 202, 252
- Ferreira, Herculano Amorim, 213, 215, 217, 228, 229, 230, 241, 252, 307, 309
- Física, 4, 6, 49, 63, 77, 81, 84, 85, 88, 89, 90, 95, 96, 108, 109, 113, 120, 159, 164, 165, 169, 191, 201, 203, 207, 213, 216, 223, 224, 228, 229, 230, 232, 236, 238, 239, 241, 243, 253, 258, 262, 265, 266, 268, 282, 302, 303, 308, 309, 310
- fogo subterrâneo/do interior da Terra, 15, 17, 75, 81, 97, 106, 117, 124, 128, 129, 131 a 136, 162, 164, 170 a 175, 182, 199, 201, 202, 244, 245, 253, 255, 264, 277, 283, 284, 288, 289, 290, 292
- Forjaz, Victor, 3, 11, 38, 45, 46, 48, 253, 256, 261, 309
- Frutuoso, Gaspar, 36, 37, 39, 50, 233, 234, 253, 257
- fundadores (da sismologia em Portugal), 8, 308 (apêndice I)
- Gazeta de Lisboa*, 21, 22, 26, 28, 44, 53, 54, 55, 248, 250, 278
- Gazeta de Madrid*, 21, 22, 26, 44, 120
- Geografia Sismológica*, 121, 144 a 147, 165, 300
- Geologia, 4, 5, 6, 11, 27, 77, 78, 81, 82, 86, 88, 92, 95 a 101, 105, 106, 109, 113, 114, 116, 121, 136, 143, 145, 146, 155, 156, 159, 164, 165, 187, 191, 204, 205, 208, 211, 218, 232, 243, 246, 248, 249, 250, 252, 253, 254, 256, 267, 308, 309
- geólogo, 8, 16, 57, 58, 66, 70, 71, 78, 85, 94, 100, 118, 142, 143, 144, 154, 155, 156, 159, 184, 190, 193, 200, 203, 204, 205, 206, 212, 218, 220, 236 a 239, 245, 246, 251, 257, 310
- geossinclinal, 143 a 146, 148, 162, 165, 244
- Gerland, M., 157, 300

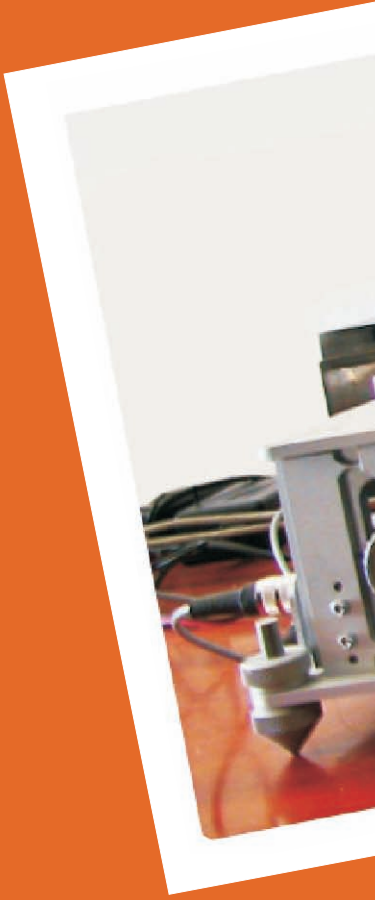
- Gomes, Manuel, 62, 64, 66, 68, 120, 202
- Guimarães, Gonçalves, 85, 89, 97, 100 a 106, 113, 118, 165, 248, 251, 254
- Gutenberg, Beno, 154
- hipocentro, 90, 251, 296, 303
- História Universal dos Terramotos* (HUT), 13 a 18, 20 a 23, 27 a 30, 32, 38 a 45, 48, 49, 76, 80, 120, 170, 174, 175, 176, 182, 199, 201, 243, 278, 283, 284
- Hooke, Robert, 130, 136
- Hopkins, William, 91, 137, 138, 148, 162, 244
- Humboldt, Alexander von, 56, 58, 99, 121, 252
- Hutton, James, 102, 140, 141, 164, 256
- Iluminismo (ver também Luzes), 1, 49, 126, 130, 282
- Ilustração Portuguesa*, 54, 68 a 73, 117, 120, 183, 202, 248, 299
- inquérito (ver também "questionário"), 87, 168, 177, 189
- Instituto
- de Coimbra (ver também *O Instituto*), 53, 83, 84, 94, 108, 259, 310
 - de/para a Alta Cultura, 114, 236
 - Geofísico de Coimbra (da Universidade de), 28, 81, 113, 216, 226, 251, 255, 256, 258, 269, 303, 308
 - Geofísico de Lisboa (do Infante D. Luís), 35, 140, 217, 229, 230, 231, 253, 255, 257, 268, 309
 - Geofísico do Porto, 161, 216, 230
 - Nacional de Geofísica, 108, 111, 118, 203, 226, 230
 - Nacional de Meteorologia e Geofísica, 29, 31, 35, 231, 256
- instrumentação, 1, 3, 71, 148, 151, 154, 162, 190, 191, 200, 207, 212, 234, 238, 240, 245
- intensidade (sísmica), 2, 3, 8, 9, 11, 28 a 33, 35, 38, 39, 40, 44 a 50, 54, 59, 64, 66, 67, 70 a 73, 87, 88, 90, 104, 106, 112, 116, 129, 134, 135, 142, 145, 146, 149, 150, 151, 154, 162, 164, 165, 176, 177, 179, 180, 182, 184 a 187, 189, 190, 192, 194, 195, 198, 199, 201, 206, 212, 218, 223, 226, 234, 236, 237, 264, 273, 278, 280, 291, 295, 297, 298, 299, 302, 303, 304, 310
- International Seismological Summary*, 157
- isossistas (carta de), 29, 30, 32, 33, 34, 45, 47, 50, 87, 116, 135, 146, 149, 177, 181, 190, 191, 201, 202, 264, 304, 307
- Jalles, João, 77, 78, 254
- Jesuíta(s), sobre indivíduos, entidades e rede sísmica da Companhia de Jesus, 2, 17, 49, 126, 158, 159, 160, 202, 256, 282, 283, 300, 302, 307
- Joly, John, 144
- Jornal do Comércio*, 28, 54, 59, 60
- Jornal Enciclopédico*, 51, 53, 74
- Kant, Immanuel, 1, 123, 126 a 130, 136, 141, 162, 164, 167, 244, 250, 254, 263, 306
- Kelvin, Lorde, 144, 156
- Kircher, Athanasius, 16, 49, 171
- Lacerda, João Cesario de, 77, 78, 254
- Lafões, Duque de, 84, 120
- Lapparent, Alberto de, 144, 145, 164, 252, 300
- Lehmann, Inge, 154
- Lémery, Nicolas, 76, 127, 134, 164, 173, 264
- Lima, Wenceslau de, 66, 101, 216, 218, 220
- Livro da Noa*, 15, 41, 42, 270, 271, 272
- Luzes (ver também Iluminismo), 6, 17, 51, 53, 73, 74, 120, 124, 127, 136, 162, 244, 254, 284
- Lyell, Charles, 78, 102, 121, 250, 254
- Machado, Frederico, 114, 116, 122, 165, 201, 235, 237, 242, 250, 253, 254, 299, 304, 309
- macrossismos, 27, 28, 86, 87, 146, 150, 157, 185, 187, 192, 241, 308
- magnitude, 10, 35, 36, 45, 47, 50, 150, 226, 235, 241, 303, 304, 305
- magnitude (escala de), 149, 150, 154, 162, 241
- Malagrida, Gabriel, 2, 126, 164, 257, 259
- Mallet, Robert, 137, 138, 139, 148, 149, 151, 154, 162, 200, 244, 306

mapa geológico, 150, 155
 maremoto, 112, 128, 129, 164, 181
 Marquês de Pombal (ver também Melo, Carvalho e), 49, 177, 178, 182, 199, 203, 253, 263, 266, 279
 Martinica (ilha da/erupção de), 205, 207, 208, 306
 Martins, Ilídio, 35, 47
 Matemática, 4, 49, 81, 84, 85, 90, 120, 130, 137, 141, 159, 164, 203, 207, 223, 230, 232, 238, 239, 241, 243, 253, 265, 266, 268, 302, 303, 308, 309
 megassismos, 71, 93, 147, 180, 181, 192
 Melo, Carvalho e (ver também Marquês de Pombal), 20, 123, 168, 284
Memórias
 da Academia de Ciências de Lisboa, 84, 85, 205, 248, 251, 257, 258, 263
 das Ciências Exactas e Naturais, 84, 85
 dos Serviços Geológicos, 85, 86, 87, 92, 94, 121, 182
 paroquiais, 178, 182, 199
 Mendonça, Moreira de, 4, 6, 10 a 25, 27, 29 a 32, 34 a 39, 41 a 45, 47 a 50, 76, 80, 81, 93, 100, 120, 121, 131, 167, 169 a 177, 179, 181, 182, 194, 199, 201, 243, 245, 255, 264, 265, 266, 270 a 273, 275 a 278, 283, 284, 306
 Mercalli, Giuseppi, 135, 296
 Michell, John, 2, 79, 121, 123, 127, 130 a 134, 136, 162, 164, 167, 244, 255, 263, 266, 282, 284, 306
 microssismos, 147, 157, 182, 192, 241, 295
 Milne,
 John, 90, 151, 152, 154, 156, 157, 158, 162, 254, 255
 pêndulo horizontal de, 93, 152, 158, 161, 188, 194, 195, 197, 214, 215, 216, 219, 221
 Ministério das Obras Públicas, 220, 250
 Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria, 83, 121, 204
 Miranda, Raul de, 3, 28, 81, 89, 107 a 112, 118, 121, 165, 203, 215, 223 a 228, 255, 256, 310
 Mohorovicic, Andrija, 154, 307
Monarquia Lusitana, 15, 43
 Moreira, Victor, 29, 30, 47
 Moura, Ferreira de, 97, 105, 106, 248
 movimento
 ondulatório, 79, 124, 132, 134, 169, 205
 orogénico, 81, 102, 103
 vertical, 195, 196
 vibratório, 21, 79, 103, 132, 134, 136, 162, 244
 natureza do solo/subsolo, 64, 179, 180, 182, 187, 189, 185, 199, 245, 279
 Necessidades (Real Palácio, Biblioteca), 12, 13, 49, 82, 179
 Neumann, Manuel Maria Sanchez Navarro, 50, 90, 157, 158, 160, 161, 256, 299 a 303
 Nollet, Jean-Antoine, 171, 172, 201, 254
 Nunes, João Carlos, 3, 11, 38, 39, 45, 46, 48, 50, 256, 261
 nuvem ardente (como manifestação da atividade vulcânica), 40, 207, 306
O Instituto (publicação do Instituto de Coimbra), 88, 89, 90, 94, 100, 118, 119, 142, 244, 248, 251, 253, 254, 259
O Panorama, 54, 56, 248
O Século, 54, 61 a 64, 67, 68, 69, 71, 87, 119, 202, 211, 244, 248
Observações Sismológicas, 217
 Observatório
 astronómico (da Escola Politécnica), 62, 63
 Astronómico de Lisboa, 113, 214, 216, 219, 220, 221
 da Marinha, 60, 224
 de Paris, 214
 do Ebro, 113, 184, 202, 301
 Magnético e Meteorológico da Universidade de Coimbra, 93, 184, 188, 195, 196, 197, 200, 202, 203, 209, 213 a 216, 219 a 223, 230, 245, 269, 308
 Meteorológico da Horta, 215, 234

- Meteorológico de Lisboa/do Infante D. Luis, 188, 203, 209, 213, 215, 216, 217, 219 a 224, 228, 230, 239, 241, 246, 252, 266, 268, 309
- Meteorológico do Porto/Princesa D. Amélia/da Serra do Pilar, 113, 161, 203, 209, 216, 219, 220, 230
- Odenbach, Frederick, 159, 160
- Oldham, Richard, 153
- Oliveira, Carlos, 4, 11, 15, 22, 31 a 35, 38, 39, 42, 45 a 50, 243, 256, 257, 259, 261, 262, 270, 271 a 278
- onda sísmica, 35, 64, 87, 121, 123, 125, 127, 131, 132, 133, 136 a 139, 148 a 155, 157, 158, 159, 162, 164, 165, 182, 188, 192, 199, 217, 244, 245, 265, 282, 284, 301, 305
- ondas
- longitudinais, 153, 165, 192, 217, 301
 - superficiais/de superfície, 125, 153, 165, 192, 305
 - transversais, 153, 165, 192, 301
- Organização Meteorológica Internacional, 213, 228
- Pacheco, Duarte, 226
- Pacheco, Eugénio, 63, 211
- Pedegache, Miguel Tibério, 169, 170, 201, 257
- Pegado, Guilherme, 213
- Perrey, Alexis, 27, 28, 32, 50, 90, 278
- Philosophical Transactions*, 50, 82, 121, 131, 134, 251, 253, 282
- Poisson, Siméon Denis, 136, 137, 148, 162
- prevenção sísmica, 2, 109, 111, 168
- previsão sísmica, 6, 109, 111, 175, 241, 307
- profundidade (interior da Terra), 10, 47, 49, 58, 90, 97, 100, 109, 116, 131, 147, 154, 169, 172, 173, 174, 186, 195, 198, 251, 290, 296, 301, 303, 304
- questionários (ver também "inquérito"), 2, 8, 9, 28, 123, 149, 167, 168, 170, 178, 182, 185, 187 a 190, 199, 200, 203, 208, 212, 215, 218, 219, 220, 222, 226, 227, 245, 263, 266, 279 (apêndice C), 303, 306, 310
- Quintino, Júlio, 236, 257
- radioatividade, 144, 182
- Rebeur-Paschwitz, Ernst von, 152, 156, 157, 306
- reconstrução
- de Lisboa (após GTL), 2, 168, 203, 253, 263
 - das povoações assoladas (após TB), 217
- Recreação Filosófica* (RF), 74, 75, 120, 164, 249
- redes sísmicas, 155, 158, 161, 163, 203, 224, 225, 307
- Reid, Harry F., 125, 127, 130, 133, 134, 148, 162, 164, 165, 201, 244, 257, 306, 307
- réplicas (de sismos), 21, 22, 28, 29, 32, 34, 35, 44, 46, 47, 49, 70, 120, 121, 169, 170, 174, 176, 185, 187, 188, 190, 193, 195, 198, 199, 211, 212, 276, 282, 285
- ressalto elástico, teoria do, 148, 165, 307
- Revista de Obras Públicas e Minas* (ROPM), 84, 91 a 94, 119, 178, 191, 202, 223, 244, 248, 249, 251, 252, 258, 310
- Revista Universal Lisbonense*, 54, 56, 58, 248
- Ribeiro, António, 30, 257, 258
- Ribeiro, Carlos, 83, 85, 86, 101, 121, 156, 202, 204, 205, 254, 267, 310
- Ribeiro, Orlando, 235, 236
- Richter, Charles (escala de), 47, 149, 150, 241, 251, 265
- risco sísmico, 31, 38, 46, 150, 252, 263, 267
- Rodrigues, Campos, 113, 224
- Rodrigues, Philippe, 97, 98, 248
- Rodriguez, Galbis, 30, 32, 35, 43, 48, 50, 258, 278
- Rosa, Tomás Pacheco da, 235, 236
- Rousseau, Jean-Jacques, 1, 73, 126
- Royal Society, 2, 13, 82, 127, 130, 134, 135, 149, 156, 164, 201, 252, 2563, 263, 282, 306
- Serviço

- Jesuíta de Sismologia (ver também Jesuíta), 159
- Meteorológico (Internacional) dos Açores, 113, 116, 157, 209, 215, 216, 221, 234, 241, 252, 266, 269, 308
- Meteorológico Nacional (SMN), 1, 3, 8, 111, 204, 213, 216, 217, 225, 229 a 232, 236, 238 a 242, 246, 247, 252, 258, 267, 268, 269, 307, 308, 309
- Nacional de Protecção Civil, 31
- Serviços Geológicos, 46, 47, 53, 84, 85, 86, 87, 94, 101, 107, 110, 118, 119, 121, 153, 155, 156, 165, 176, 177, 178, 180, 184, 199, 202, 204, 205, 207, 210, 218, 234 a 238, 241, 242, 249, 250, 259, 308, 310
- Sharpe, Daniel, 205, 267
- Shide Circular*, 158, 165
- Silveira, Fradesso da, 213, 214
- sinais (precursores de sismos), 23, 36, 174, 175, 306
- sismicidade, 1 a 4, 6 a 13, 15, 17, 23, 29, 30, 31, 33, 35 a 46, 49 a 54, 56, 61, 64, 69 a 72, 80, 90, 91, 106, 109, 111, 112, 114 a 117, 119, 121, 123, 124, 148, 150, 163, 166, 167, 169, 170, 182, 187, 193, 199, 203, 209 a 212, 223, 224, 225, 227, 233, 240, 241, 243, 244, 245, 248, 249, 252, 255 a 258, 261, 263, 265, 266, 267, 268, 284, 300, 301, 306, 309
- histórica, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 15, 23, 29, 30, 31, 33, 36 a 39, 41, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 150, 166, 167, 170, 182, 199, 243, 252, 256, 257, 261, 263, 265, 267, 306
- instrumental, 6, 35, 36, 45, 49
- nos Açores, 36 a 39, 46, 114, 233, 240, 248, 309
- sismógrafos, 73, 85, 90, 103, 117, 123, 139, 140, 150 a 153, 157 a 161, 164, 165, 183, 184, 192, 195, 202, 209, 210, 214, 215, 216, 217, 221, 223, 224, 225, 227, 237 a 241, 246, 249, 265, 266, 268, 269, 301, 302, 303, 305
- sismologia
- instrumental, 8, 82, 88, 92, 94, 117, 118, 119, 124, 139, 140, 147, 148, 150 a 155, 158, 209, 244, 265, 268, 305
- moderna, 7, 123, 124, 127, 163, 245, 263
- sismómetro, 103, 139, 164
- sismos (ver também terremotos)
- antes de 1755, 34, 40, apêndice B
- com repercussões para a História da Sismologia, apêndice H
- de 1903, 3, 50, 87, 146, 164, 178, 194, 197, 198, 201, 208, 212, 251, 307, 310
- depois de 1755, 48
- sismoscópio, 151, 152, 165, 210, 215, 216, 221, 222
- Sociedade
- Afonso Chaves (ver também *Açoreana*), 114, 248, 257, 259
- de Geografia de Lisboa, 108, 113, 205, 207, 263, 306, 310
- de Meteorologia e Geofísica, 108, 110 a 113, 118, 203, 223, 225, 239, 246, 255
- Geológica de França, 142, 156
- Sismológica da América, 226
- Sismológica do Japão, 151, 306
- Sousa, Pereira de, 3, 5, 22, 27 a 30, 32, 39, 42, 44 a 47, 50, 59, 60, 81, 85, 86, 87, 92, 93, 94, 110, 118, 167, 170, 176 a 182, 184, 199, 201, 206, 208, 210, 243, 245, 250, 258, 259, 264, 266, 267, 278, 306, 307, 308, 310
- Stukeley, William, 134, 135
- Suess, Eduard, 81, 82, 143, 146, 147, 148, 162, 164, 193, 205, 244, 264, 267
- Tazieff, Haroun, 237, 307
- tectónica
- carta ou região, 10, 86, 116, 177, 187
- estudos sobre/teoria, 2, 81, 144, 147, 154, 155, 168, 182, 204, 205, 246, 257, 258, 264, 267, 307
- falha, 30, 304
- forças ou movimentos, 16, 80, 140
- origem de sismos (sismologia tectónica), 38, 64, 81, 105, 106,

- 140, 147, 165, 176, 180, 182, 184, 190, 193, 196, 199, 200, 206, 207, 210, 211, 238, 245, 264, 310
- Terramoto
- da Andaluzia (1884), 4, 104, 148, 197
 - da Calábria (1783), 56, 135, 142, 264
 - de Angra do Heroísmo, Açores (1980), 10, 48, 238, 240
 - de Assam (1897), 153, 164, 306
 - de Benavente de 1909 (TB), 1, 7, 8, 35, 52, 55, 61, 72, 93, 105, 117, 120, 166, 167, 170, 183, 184, 187, 190, 191, 192, 195, 197 a 201, 203, 204, 206, 209 a 212, 217, 220, 223, 228, 239, 243, 245, 246, 256, 265, 269, 279, 296, 299, 300, 303 (apêndice G), 310
 - de Lisboa de 1755 (GTL), 1 a 8, 11, 12, 13, 17, 21 a 30, 32, 35, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 53, 54, 55, 58, 59, 61, 66, 69, 70, 72, 80, 98, 104, 106, 110, 117, 120, 121, 123 a 128, 130 a 132, 135, 136, 138, 147, 162, 163, 164, 166 a 170, 172 a 182, 184, 194, 199, 201, 205 a 208, 210, 213, 233, 239, 243, 244, 245, 249, 250, 252 a 255, 258, 259, 261 a 266, 277, 279, 282, 283, 284, 291, 300, 310
 - de Messina (1908), 8, 50, 58, 61, 62, 69, 72, 105, 117, 120, 165, 179, 186, 209, 210, 250, 256, 299 (apêndice F), 307
 - de S. Jorge, Açores (1757), 37, 48, 116
 - de São Francisco (1906), 61, 70, 72, 148, 150, 153, 159, 165, 182, 208, 263, 302, 307
 - de Setúbal (1858), 2, 3, 27, 28, 47, 48, 50, 54, 55, 56, 59, 60, 72, 117, 145, 146, 197, 198, 212, 259, 306
 - de Vila Franca do Campo, Açores (1522), 36, 37, 233, 253, 273
 - do Faial, Açores (1926), 48
 - terramotos de Yokohama (1880, 1923), 90, 106, 151, 306
 - União Internacional Geodésica e Geofísica, 112, 225, 226, 258
 - Universidade de Lisboa, 120, 178, 226, 230, 236, 241, 249, 253, 255, 257, 262, 309
 - vapor
 - como causa de sismo, 63, 76, 79, 80, 103, 120, 131 a 134, 137, 164, 172, 289, 290, 293
 - como manifestação de sismo, 18, 104, 174, 175, 278, 287
 - Verdadeiro método de estudar*, 282 (apêndice D)
 - Vernei, Luís António, 201, 249, 253, 282 (apêndice D)
 - vibração (elástica e sísmica), 2, 131, 134, 168, 237, 282, 297
 - Victor, Luís Mendes, 4, 35, 47, 255, 262, 267, 268
 - Voltaire, 1, 73, 126, 260
 - Wegener, Alfred, 144
 - Werner, Abraham, 140, 141
 - Wiechert,
 - Emil, 139, 152, 153, 154, 162
 - sismógrafo, 85, 140, 152, 153, 215, 216, 222, 224, 241, 305
 - Woerle, Hans, 176, 201
 - World Wide Standard Seismograph Network (WWSSN), 161, 162, 163, 216
 - Zbyszewski, Georges, 234 a 237, 242, 250, 260
 - Zoeppritz, Karl, 153



Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. (IPMA)
www.ipma.pt