

J. P. PEIXOTO ▪ J. V. GONÇALVES ▪ A. A. MARQUES DE ALMEIDA ▪ J. T. OLIVEIRA ▪ J. P. OSÓRIO ▪ R. CARVALHO ▪ L. ALBUQUERQUE ▪ R. RODRIGUES
J. V. GOMES FERREIRA ▪ F. D. SANTOS ▪ A. J. ANDRADE DE GOUVEIA ▪ A. M. AMORIM DA COSTA ▪ B. J. HEROLD ▪ JOÃO L. L. C. OLIVEIRA CABRAL ▪ J. A. LEITÃO ▪ N. GRANDE ▪ J. C. DA COSTA ▪ A. RODRIGUES ▪ A. TORRES PEREIRA ▪ B. FERNANDES ▪ J. M. GIÃO T. RICO ▪ MILLER GUERRA ▪ M. PORTUGAL V. FERREIRA ▪ J. M. COTELO NEIVA ▪ A. RIBEIRO ▪ M. TELLES ANTUNES
F. C. GUERRA ▪ A. CORREIA ALVES ▪ F. CASTELO-BRANCO ▪ A. FERNANDES
A. R. PINTO DA SILVA ▪ C. M. L. BAETA NEVES ▪ A. X. CUNHA ▪ A. C. QUINTELA
SUZANNE DAVEAU ▪ ORLANDO RIBEIRO ▪ J. E. MENDES FERRÃO ▪ ILÍDIO AMARAL ▪ O. TEOTÓNIO DE ALMEIDA ▪ F. GUERRA ▪ ALLEN G. DEBUS
WILLIAM R. SHEA ▪ A. IRIA ▪ F. R. DIAS AGUDO ▪ M. JACINTO NUNES

HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA EM PORTUGAL

I VOLUME



PUBLICAÇÕES DO II CENTENÁRIO DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS DE LISBOA
LISBOA • 1986

⁹¹ P.L., IV, p. 354, § 651.

⁹² Quando hoje apresentamos a teoria newtoniana da gravitação, dizemos assim: dadas duas partículas A e B, qualquer delas, por exemplo a partícula A, cria em todo o espaço, e portanto também no ponto B ocupado pela outra, um campo $\vec{g} = - (G m_A / r^2) \vec{u}_r$. Este campo só depende da massa da partícula potenciante, neste caso m_A . Imersa neste campo, a partícula B fica sujeita à força $\vec{F}_B = m_B \vec{g}_B = - (G m_A m_B / r^2) \vec{u}_r$ que é a força de Newton, dependente do produto das massas. Por outro lado, da lei fundamental da dinâmica $\vec{F}_B = m_B \vec{a}_B$, resulta $\vec{a}_B = \vec{g}_B$, que é independente de m_B , só dependente de m_A e de r .

I. Monteiro não diz nada que contrarie esta doutrina, mas também não é claro até que ponto a conhece e aceita. Como já notei, é muito estranho que ele nunca

cite a lei fundamental da dinâmica de Newton, $\vec{F} = \frac{dp}{dt} = m \vec{a}$.

Cf., sobre estes vários pontos, P.L., IV, pp. 363-364, §§ 679-680. Ver ainda pp. 354-355, §§ 654-657.

⁹³ Cf. P.L., IV, pp. 355-356, 357, 366-367, §§ 656-661, 666, 683.

⁹⁴ Cf. P.L., IV, pp. 356-358, 368-370, 364-365, §§ 662, 667, 668, 681.

⁹⁵ Cf. P.L., IV, pp. 359-363, 370, §§ 672-673, 678, 680.

⁹⁶ P.L., IV, pp. 371-372, § 690.

⁹⁷ P.L., IV, pp. 372-378, §§ 691-702.

⁹⁸ P.L., IV, p. 377, § 702.

⁹⁹ P.L., IV, pp. 379-388, §§ 704-718.

¹⁰⁰ P.L., VI, p. 388, § 719.

¹⁰¹ Isto significa, como acentua K. Popper, que se registam muitos exemplos desfavoráveis e nenhum exemplo desfavorável (feita uma adequada discussão dos erros experimentais).

¹⁰² Cf. P.L., VI, pp. 278-377, §§ 468-597 e pp. 408-427, §§ 129-169.

¹⁰³ Cf. Rómulo de Carvalho, *A Física Experimental em Portugal no Séc. XVIII*, Lisboa, 1982, Biblioteca Breve, vol. 63.

AS CIÊNCIAS GEOFÍSICAS EM PORTUGAL

JOSÉ PINTO PEIXOTO *

JOSÉ FRANCISCO VITORINO GOMES FERREIRA **

SUMMARY

In studying the development of the Geophysical Sciences in Portugal up to the twentieth Century we may consider two main phases: a proto-historical and an historical phase. The first one extends up to the XVIII Century and corresponds to the qualitative description of the Geophysical phenomena. The main sources of information are the oral and written traditions, religious documents, historical publications, legislation, scientific work and the literature. The records of various religious orders contain abundant references to all kinds of natural calamities that occurred in Portugal through the centuries, such as big storms, floods, droughts, volcanic eruptions, seisms, land slides, etc. The numerous edicts, provisions and laws concerning the natural calamities provide also a very good source of information on the extent and the intensity of various meteorological, hydrological and geophysical events. In the literature, since the Middle Ages, there are imposing descriptions of big storms, of volcanic eruptions, of seisms and of all kinds of climatic anomalies.

During the XV and XVI Centuries the Portuguese Science reached a very high level in various domains, including the Geophysical Sciences. The Portuguese navigators had a very broad knowledge of the winds systems in both the North and South Atlantic Oceans and of the monsoons in the Indian Ocean. The routes of navigation were planned according to the prevailing winds of the seasons. They were able to sail against the winds. They knew about the behaviour of the main ocean current (Canary Currents; Agulhas Currents, etc.), about tides, etc. The magnetic observations performed by D. João de Castro in the Red Sea (1560) are still regarded as true master pieces of scientific observations. They mark the beginning of the Geomagnetism as a Science.

After this remarkable period the Science in Portugal became much weaker and decadent. The historical phase emerges in Portugal as a consequence of its

* Director do Instituto Geofísico Infante D. Luís.

** Ex-Director do Instituto Geofísico Infante D. Luís.

independence from Spain (1640) and of the Scientific Revolution observed during the XVII Century. The historical phase marks the beginning of quantitative measurements of the atmosphere such as temperature, pressure and winds and of others natural phenomena, (geomagnetism, riverflow, etc.) performed on a systematic basis.

In Portugal the transition from one phase to another was very slow at the beginning; however, after the seism of Lisbon in 1755, the geophysical studies improvement, however, came later, mainly due to the persistent work of Academy of Sciences of Lisbon, founded in 1779. The development of Geophysical intensification still further after the foundation of the Central Meteorological Observatory Infante D. Luís (1854) at the Polytechnical School of Lisbon, of the Meteorological Observatory at the Polytechnical Academy of Oporto and of the Geophysical Institute at Coimbra University.

After a very active and productive period which lasted up to the turn of the Century a decadent era emerged again, as a consequence of a proliferation of several Meteorological Services, fighting among themselves and to the marginalization of the Universities from geophysical services.

This led to the deterioration of the quality of the observation and of other services. The research almost ceased and the teaching of Geophysical Sciences at the Universities and other Superior Schools almost disappeared from a curriculum with several disciplines; the teaching at the Universities was reduced just to one chair «Physical Geography and Physics of the Globe». This unfortunate situation would become to an end at the middle of this Century (1946-50), with the institution of the National Meteorological Service and the renovation of the teaching of the Geophysical Sciences at the Universities.

1. INTRODUÇÃO

Na nossa exposição vamos considerar duas fases fundamentais no desenvolvimento das Ciências Geofísicas em Portugal: a fase proto-histórica e a fase histórica.

A fase proto-histórica estende-se até ao século XVIII e corresponde à observação e descrição qualitativa dos fenómenos que ocorrem na Terra, tomada em escala planetária. Esta fase tem como fontes principais a tradição oral, documentos de índole religiosa, documentos históricos, legislação, arquivos e obras literárias. Na tradição oral está acumulada a experiência de sucessivas gerações e que é tão bem traduzida e sintetizada através dos variadíssimos adágios populares adaptados às várias formas de cultura e às várias regiões.

A *Bíblia* está cheia de descrições maravilhosas de várias calamidades e a *Génesis* é um documento ímpar para a análise e estudo da fenomenologia dos eventos naturais. Todos os grandes livros sagrados das várias religiões contêm descrições portentosas de calamidades atmosféricas, de grandes cheias e de grandes secas, de grandes tremores de terra e de grandes erupções vulcânicas. Em Portugal, os registos das ordens religiosas constituem um manancial notabilíssimo de informação. As provisões e as leis contêm informação preciosa sobre as condições meteorológicas, hidrológicas e hidrográficas.

A literatura, como veremos, constitui outro manancial precioso de informação e de descrição dos fenómenos do ambiente. Há descrições maravilhosas de tempestades na *Iliada* e na *Eneida* de Virgílio. E que dizer da descrição das erupções do Vesúvio, feitas por Plínio o Velho?

As descrições d'*Os Lusíadas*, ou as narrações patéticas da História Trágico-Marítima, constituem fontes de informação insuperáveis, não só pelo seu objectivismo, como pela sua beleza narrativa.

A fase histórica começa a desenhar-se em consequência da revolução científica do século XVII e podemos situar o seu início no século XVIII. Esta fase é iniciada 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.

Em Portugal a transição da fase proto-histórica para a fase histórica fez-se de forma um tanto lenta, de início, devido a esforços individuais e isolados, mas depois, fez-se numa forma muito mais rápida, devido ao terramoto de 1755, à acção da Academia das Ciências de Lisboa e, posteriormente, à criação dos Observatórios Meteorológicos das Escolas Superiores. Entre estes o Observatório Central Infante D. Luís da Escola Politécnica de Lisboa teve um papel fundamental, na ocupação científica do Reino e do Ultramar. Devemos ainda juntar a contribuição notável para o desenvolvimento da hidráulica e, por arrastamento, da hidrologia, que resultou da criação do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria, em 1852.

Depois de uma época áurea e fulgurante em que os Observatórios deram uma contribuição notabilíssima para o estabelecimento e progresso das Ciências Geofísicas em Portugal, que durou até ao início deste século, começou um processo de decadência, que se manteve até 1946-1950. Esta decadência é devida, fundamentalmente, à criação de vários serviços meteorológicos independentes, que se degladiavam

entre si e à marginalização da Universidade, que levou à erosão dos Estudos de Geofísica em Portugal.

A recuperação do prestígio e da eficiência dos serviços só se havia de verificar em meados do presente século (1946-1950) com a unificação dos vários serviços meteorológicos no Serviço Meteorológico Nacional e a criação (1946) da licenciatura em Ciências Geofísicas nas Universidades de Lisboa, Porto e Coimbra (Faculdades de Ciências).

1.1. O que são as Ciências Geofísicas. Como se desenvolveram

As Ciências Geofísicas estudam os fenómenos geofísicos que se produzem na Terra, à superfície, em profundidade e em altitude. É a Física da Terra. Assim, as Ciências Geofísicas estudam a Física da Atmosfera e dos Oceanos; a Física e a Química do Interior da Terra; a Física da Alta Atmosfera e do Espaço Exterior. Foi a aplicação das leis e das teorias da Física, que permitiu prever a ocorrência das correntes de jacto, explicar a formação e o comportamento da ionosfera, interpretar a existência da magnetosfera, prever a estrutura interna do Globo, etc.

Consideram-se como disciplinas das Ciências Geofísicas, a Meteorologia, a Climatologia, a Oceanografia Física, a Vulcanologia, a Sismologia, o Geomagnetismo e a Aeronomia e a Hidrologia Física. Alguns autores incluem a Gravimetria na Geodesia, definida como a geociência que estuda a forma e a geometria da superfície da Terra e o seu campo gravítico. Nesta concepção a Geodesia e a Tecnofísica (que estuda a deformação dos materiais do Globo) podem ser encaradas como disciplinas da Geofísica.

A Geoquímica estuda os constituintes da Terra e as suas reacções químicas e físico-químicas. É, portanto, a Química da Terra.

Nenhuma das disciplinas da Geofísica constitui um ramo independente da física, porque nenhuma tem uma forma de energia específica, própria. Todas as formas de energia intervêm na fenomenologia das Ciências da Geofísica. Cada uma das disciplinas é uma ciência de síntese.

Sob certos aspectos as Ciências Geofísicas diferem das outras ciências laboratoriais, experimentais. É que um Geofísico, um Meteorologista ou um Hidrologista não tem apenas em vista a *compreensão* dum fenómeno para o *explicar* mas tem, fundamentalmente, que o *prever*. Aceita-se que a «*explicação*» de um dado fenómeno não ficará completa,

nem é mesmo adequada, se não puder servir de base para prever a evolução do próprio fenómeno. É uma concepção baseada na tese da *identidade estrutural da explicação* e da *predictabilidade*: «*toda a explicação para ser adequada contém, potencialmente, a capacidade de previsão do fenómeno*». Esta atitude ultrapassa a do Físico para o qual os fenómenos de evolução não desempenham um papel tão dominante. Nas Ciências Geofísicas julga-se o seu estado de desenvolvimento quase, unicamente, pela sua capacidade de previsão.

1.2. O carácter global das Ciências Geofísicas

As Ciências Geofísicas, *sensu lato*, têm uma característica global e uma metodologia própria que as distinguem das outras ciências laboratoriais. Num laboratório podem realizar-se experiências, concebidas, preparadas e controladas para obter respostas a dúvidas, ou a questões, previamente postas e escolhidas. As experiências podem repetir-se, aperfeiçoar-se, ou modificar-se, de acordo com as necessidades. Nas Ciências Geofísicas, à parte alguns casos particulares, não se pode utilizar esta via de experimentação. A Terra e os componentes do sistema climático são sistemas físicos muito grandes para serem controlados. Os fenómenos naturais ocorrem independentemente da nossa vontade e conveniência: não sucedem quando queremos; não os podemos controlar, nem voltar a repetir. Só os podemos observar quando ocorrem, e tentar interpretar o seu comportamento em termos das Leis da Física e da Química. Assim, a empirologia natural do mundo real, pode enquadrar-se em esquemas mais simples que fornecem uma base para a construção de modelos conceptuais — físicos, matemáticos, ou outros — que permitam capturar a essência da fenomenologia.

Estas considerações, extensivas a todas as disciplinas das Ciências Geofísicas, são particularmente importantes, quando fazemos uma reflexão sobre a irreversibilidade da fenomenologia natural. A sua não reproductibilidade e a impossibilidade física só podem ser, possivelmente ultrapassadas, recorrendo à modelação com simulação laboratorial física e matemática da fenomenologia. A simulação laboratorial e matemática tem fornecido alguns ensinamentos sobre o comportamento dos sistemas reais permitindo, designadamente, reproduzir uma réplica física da fenomenologia e analisar a sua evolução no decurso do tempo. A previsão matemática do tempo constitui, por si só, um grande triunfo

da simulação físico-matemática e uma prova da sua validade, além de constituir um forte instrumento de progresso da análise numérica e de todos os métodos computacionais.

Como a natureza está continuamente em evolução, são necessárias longas séries temporais de observações, executadas em muitos locais, para se conseguir a informação suficiente que permita tirar conclusões sobre os fenómenos geofísicos. Assim se explica o progresso lento das disciplinas das Ciências Geofísicas relativamente aos outros ramos da Física.

Pelo alto merecimento das ideias do 2.º Director do Observatório D. Luís, o Doutor Joaquim António da Silva, que teve o mérito de encarar as Ciências Geofísicas no seu aspecto global e a visão do que seria a Meteorologia (sinóptica, dizemos hoje) do futuro, e que acentuou a necessidade da cooperação internacional, transcrevemos as suas palavras escritas em 1859 (*Mem. Acad. das Ciências*).

«A meteorologia é uma ciência que não pode progredir tão rapidamente como as outras, porque para o seu progresso não basta a inteligência e o trabalho d'hum, ou alguns indivíduos, é indispensável o concurso de muitos espalhados por toda a parte. A meteorologia, occupa-se, da determinação das leis da physica do globo. Reconhecendo as grandes vantagens resultantes dos estudos meteorológicos todos os governos inteligentes têm levantado observatórios onde cuidadosamente se registram todos os phenomenos cujo conhecimento interessa à sciencia».

«Graças aos meios de observação de que actualmente dispomos, pode estudar-se a marcha das ondas atmosféricas, das correntes do mar, e da atmospheria, e das variações magneticas. Vêm-se as condições em que apparece um phenomeno n'uma localidade e a maneira como se transporta até às mais longinquas regiões. Não fomos dos ultimos nem dos primeiros a entrar n'esta cruzada scientifica em que hoje se empenha o mundo inteiro».

E referindo-se à importância do apoio concedido pelas entidades officiais da época, entre as quais se destacou o próprio Rei, D. Pedro V, para a fundação dos Observatórios, o Doutor Joaquim A. da Silva prossegue:

«No fim do século passado, um socio d'esta Academia, o Sr. Jacob Chrysostomo Pretorius, encetou os estudos meteorológicos em Lisboa, publicados no Almanach de Lisboa, uma das primeiras publicações da Academia Real das Sciencias. Mais tarde o Exmo. Senhor Marino

Miguel Franzini tomou sobre os seus ombros a difficil tarefa d'observador, e a meteorologia portugueza deve-lhe muito. Infelizmente faltou a protecção do governo, para ser completamente aproveitada a sciencia, e o amor ao trabalho, (...) não podiam dispôr dos meios que a sciencia recommendava já então, e que (...) eram indispensáveis (...).

«A inauguração do observatório meteorológico na Escola Polytechnica, marca uma nova epocha para a meteorologia portugueza. O Sr. Dr. Guilherme Pegado depois d'uma grande luta com a inercia, que debaixo de mil formas protrahe nesta malfadada terra a realização das cousas uteis, e muitas vezes necessarias, conseguiu fazer levantar um observatorio, com instrumentos magníficos, e encetar séries regulares de observações. Os homens mais competentes na sciencia tem, elogiando os trabalhos e o estabelecimnto, feito justiça ao merito do illustre professor de physica da Escola Polytechnica».

As palavras escritas há mais de um século, revelam o alto sentido da responsabilidade científica do Doutor A. Silva. É importante assinalar a preocupação que manifestava da necessidade de enquadrar a casuística e o empirismo das regras num corpo de doutrina científica. E, assim, diz:

«Não basta colligir observações, é necessário comparal-as e discutil-as para reconhecer o seu nexa, e as leis a que obedecem; foi este o trabalho que empreendemos em relação a Lisboa. Procuraremos vêr quais são os resultados a que a ciência conduz pela comparação e discussão das observações que já possuímos».

E as considerações do Doutor Joaquim António da Silva que se devem tornar extensivas a todas as disciplinas da Geofísica a mais de um século de distância têm uma actualidade e são tão perfeitas que ainda hoje são inteiramente válidas!

2. A FASE PROTO-HISTÓRICA DAS CIÊNCIAS GEOFÍSICAS EM PORTUGAL

Para compreendermos o enquadramento dos estabelecimentos geofísicos nas Escolas Superiores e nas Universidades temos que recorrer à história das Ciências Geofísicas no mundo e em Portugal. Nesta exposição consideraremos apenas as fases proto-histórica e a fase histórica do desenvolvimento das Ciências Geofísicas em Portugal.

A fase proto-histórica vai até ao século XVIII. Corresponde, como dissemos, à fase de descrição qualitativa dos fenómenos geofísicos, que se pode encontrar em várias fontes, designadamente, em documentos históricos, em legislação, na literatura e na tradição oral.

2.1. Ciências da Atmosfera: Meteorologia e Climatologia

Começemos pelas ciências da atmosfera e passemos em revista os principais aspectos da evolução do clima no decurso da história recente.

Durante a Alta Idade Média, do século IX ao século XIII, o clima apresentou características próximas do «Clima Ótimo» que tinha ocorrido há aproximadamente 8000 anos. Foi a «Pequena Idade do Clima Ótimo».

Uma reconstituição do cenário da Europa, na época mais quente da Alta Idade Média, mostra-nos que o nível das águas dos oceanos era mais elevado, devido ao degelo generalizado. A configuração dos contornos da costa portuguesa era muito diferente da actual. Era mais recortada e os rios, nos últimos troços, eram muito mais navegáveis.

A partir do século XV, começou a verificar-se um agravamento progressivo das condições climáticas, com um máximo de severidade nos finais do século XVII e que se estendeu até meados do século XIX. Esta época costuma designar-se por «Pequena Idade do Gelo», com temperaturas médias anuais 2°C abaixo das actuais. O clima foi tão frio, que provocou um avanço rápido dos glaciares, que submergiam localidades que já existiam desde o começo da época histórica. Nos Alpes Orientais, na Gronelândia, e na Islândia os glaciares avançaram rapidamente, tendo as moreias atingido posições extremas, só verificadas durante as glaciações quaternárias. A extensão gelada do Ártico aumentou consideravelmente.

Na bacia e na orla do Mediterrâneo, os invernos foram muito rigorosos. Na Europa Central, algumas das florestas que tinham sobrevivido, mesmo durante a época fria da Idade do Ferro, sofreram uma recessão rápida, o que levou à sua extinção.

A ansiedade e a incerteza do homem em face das vicissitudes meteorológicas e do clima foram expostas magistralmente por Mestre

Gil Vicente na *Romagem de Agravados*, quando põe o vilão João da Murtinheira, em diálogo com Frei Paço, a barafustar contra o próprio Deus:

Fr. Paço: De que te queixas, vilão?

Vilão: De Deus que é cousa provada
Que me tem grande tenção

.....
Faz-me com que desespero

.....
Que chove quando não quero

E faz um sol das estrelas

Quando chuva algũa espero.

Ora alaga o semeado,

Ora seca quando hi há,

Ora venta sem recado

Ora neva e mata o gado

E êlle tanto se lhe dá.

Eu que o queria demandar

Por corisco e trovoada

Fr. Paço: E que mora Deus contigo

.....
Vilão: Vedes vós? Eu Padre digo

Que tempere a internada

E deixe criar o trigo.

Mas elle de seu coeiro,

Sem ganhar nisso ceitel,

Vai dar chuvas em Janeiro

E geadas em Abril

E calmas em Fevereiro

E névoas no mês de Maio

E meado Julho pedra

E trabalho atrás que caio

.....
Cada vez mais me desmedra

É interessante referir a descrição do português Manuel de Almeida, que ao descrever as Terras da Etiópia em 1628 mencionou a existência de neves então julgadas permanentes, em picos de montanhas, onde hoje se não observam.

Nesta época a circulação geral da atmosfera sofreu modificações consideráveis. Os anticiclones subtropicais deslocaram-se para latitudes mais baixas, e o mesmo se passou com a frente polar. A alteração da circulação da atmosfera afectou o curso da Corrente do Golfo, com repercussões imediatas no Clima da Gronelândia, da Islândia, da Escandinávia, das Ilhas Britânicas e da Península Ibérica.

Os fenómenos meteorológicos mereceram de Camões especial atenção. Com efeito, a armada navegou sob «Tantos climas e céus experimentados, / Tanto furor de ventos inimigos» (Canto I, 29) e outras vezes «Tão brandamente os ventos os levaram, / Como quem o céu tinha por amigo; / Sereno o ar e os tempos se mostraram, / Sem nuvens, sem receio de perigo» (Canto I, 43) ou ainda, durante a tempestade que suportaram já prestes a chegar à Índia e que pôs a Armada em perigo, «os Ventos eram tais, que não puderam / Mostrar mais força de ímpeto cruel» (Canto VI); «Prosperamente os ventos asso-prando /.../ Ûa nuvem que os ares escurece» (Canto V, 37); «Tão temerosa vinha e carregada» /.../ «Este clima e este mar nos apresenta / Que maior cousa parece que tormenta» (Canto V, 38).

2.2. A Meteorologia e os Descobrimentos

Os portugueses aperfeiçoaram o astrolábio o que lhes permitiu um maior rigor na determinação das posições: melhoraram o velame para conseguir um maior aproveitamento dos ventos; incrementaram a construção naval e modificaram os tipos de embarcações, passando das primitivas barcas às caravelas e, mais tarde, às naus; aprenderam a bolinar e estudaram intensivamente cartografia, cosmografia, o regime dos ventos e muitas outras matérias.

Viagem após viagem os resultados das observações eram cuidadosamente analisados e discutidos para obter um melhor rendimento futuro. Executavam-se missões de puro reconhecimento científico e de estudo, como diríamos hoje, visando, sobretudo, a Oceanografia e a Meteorologia, disciplinas essenciais para navegação à vela. O Infante D. Henrique chegou a mandar em 1416 Gonçalo Velho estudar local-

mente «uma forte correntia» observada um ano antes junto às Ilhas Canárias (Corrente das Canárias).

O anticiclone dos Açores provoca no Atlântico-Norte uma circulação de ventos dominantes no sentido dos ponteiros do relógio. Se os ventos norte e nordeste junto à costa africana facilitavam a tarefa das tripulações durante a ida, dificultavam-na, e de que maneira, no regresso. Os capitães portugueses aperceberam-se deste regime dos ventos e começaram a praticar, na vinda, uma rota em arco, que passava nas proximidades dos Açores, procurando ventos favoráveis que os ajudavam a chegar a Lisboa. Esta era a célebre volta da Mina.

O grande anticiclone do Atlântico-Sul provoca uma circulação de ventos simétrica da do Atlântico-Norte por acção do anticiclone dos Açores. No hemisfério Sul os ventos sopram ao longo de um anticiclone em sentido oposto ao dos do hemisfério Norte. Por isso, com os ventos a circular em sentido contrário dos ponteiros do relógio, as naus começavam a encontrar ventos desfavoráveis no Golfo da Guiné e na costa sul de Angola os ventos eram mais frescos.

Bartolomeu Dias já depois de ter ultrapassado aquela costa, encontra ventos contrários, extremamente fortes. Para vencer a dificuldade faz-se ao largo e navega, então, em arco, primeiramente para Oeste, depois para Sudoeste e a seguir para Sul. Por fim, encontra ventos gerais de Oeste que o levam com facilidade ao Oceano Índico.

Os ventos encontrados por Bartolomeu Dias sugeriam a ideia de uma circulação de ventos no Atlântico-Sul análoga à do Atlântico-Norte, circuito este já tão bem aproveitado pelos portugueses.

2.3. Geomagnetismo

A aplicação do geomagnetismo, mais antiga e a mais generalizada, é a que serve de base ao processo de orientação pela bússola. Este processo de fundamental importância na navegação marítima, que passou a ser usado desde o século XI, teve, por isso, larga utilização pelos navegadores portugueses nos séculos XV e XVI, durante a expansão portuguesa. As observações atingiram tal precisão que as 43 medições da declinação magnética executadas por D. João de Castro, na sua viagem para a Índia em 1538, são apontadas como sendo as primeiras, que tiveram carácter verdadeiramente científico. Assim, as observações geomagnéticas mais antigas do território nacional datam portanto da

época dos descobrimentos. Estas constituem material de grande interesse para o estudo da evolução do campo geomagnético, dada as suas características de grandeza física variável no tempo e no espaço. No que respeita à variação da declinação magnética, desde a época das Descobertas, aproveitando valores de Lisboa e doutros pontos da Europa Ocidental, verificou-se que, sendo a declinação $7,5^\circ\text{E}$ em 1538, diminui até ao valor nulo, cerca de 1580, passando depois a declinação oeste até atingir o valor máximo à volta de 1820; presentemente tem o valor 9°W e está a diminuir, com uma variação anual de cerca de $7,5'$, como revelam estudos mais recentes da variação secular.

2.4. A sismicidade em Portugal

As informações mais antigas sobre a sismicidade de Portugal devem procurar-se em textos deixados pelos historiadores romanos, escritos há cerca de 2000 anos. Há referências a sismos em Portugal em 377 A.C., 370 A.C., 33 A.D., 1009 A.D., 1017 A.D., 1117 A.D., 1146 A.D., 1290 A.D., 1309 A.D., 1320 A.D., etc., que se podem considerar fortes. Junta-se, em anexo um catálogo publicado pelo Sr. Eng.º Sousa Moreira, geofísico do I.N.M.G.

Só a partir do século XVI começou a haver referências de confiança sobre os sismos que assolaram o país. Essas referências, muito resumidas, não permitem averiguar o impacto que estes fenómenos tiveram no Reino, no que se refere à perda de bens e de vidas. As informações são, por vezes, tão reduzidas que é impossível reconstituir a posição aproximada dos epicentros.

A primeira descrição de um sismo com algum pormenor é o de 1531. Diogo do Couto, nas *Décadas da Asia*, refere-se a este terramoto, que tão grandes destruições provocou em Lisboa. Garcia de Resende, porém, descreve-o com um pouco mais de pormenor na sua *Miscelânea* de descrições na *Monarquia Lusitana*, escrita pelos monges de Alcobaça no *Livro de Noa de Santa Cruz*, precioso manuscrito que se guardava na Igreja de Santa Cruz de Coimbra, em que se ia assinalando, no decorrer dos tempos, os acontecimentos mais importantes. Este livro contém informações de natureza histórica, astronómica (eclipses e outros fenómenos), e sismológica, desde o ano 319 da era de César até ao ano 1442 da era de Cristo. As descrições destes fenómenos são muito concisas.

As primeiras tentativas para recolha de informações macrossísmicas em Portugal, com carácter sistemático, foram levadas a efeito, logo após a ocorrência do terramoto de 1755. O Marquês de Pombal, considerado por muitos autores o fundador da era histórica da Sismologia, mandou elaborar e distribuir por todos os párocos do território metropolitano um questionário sismológico, com o fim de avaliar os efeitos do terramoto em todo o Reino. Desse questionário, que se destinava, fundamentalmente, a avaliar os efeitos da catástrofe nas pessoas, nas construções e nos terrenos, fazia também parte uma pergunta sobre outros sismos que porventura tivessem ocorrido no passado em Portugal. Saliente-se que alguns párocos responderam a esta pergunta com algum pormenor, revelando um apreciável conhecimento da sismicidade histórica do território.

Mais longe, neste aspecto, foi Moreira de Mendonça ao publicar em 1758, a sua *Historia Universal dos Terramotos* que, existe na Academia das Ciências. Além de incluir uma descrição do terramoto de 1755, apresenta também um catálogo de sismos sentidos em todo o Globo até àquela época. Este catálogo constitui actualmente um precioso elemento de trabalho para o estudo da sismicidade histórica de Portugal. Os trabalhos de Pereira de Sousa, já executados no século actual, prolongaram os de Moreira de Mendonça.

É interessante ver as ideias que então dominavam sobre a origem e natureza dos terramotos. Na *Dissertação Philosophica sobre o Terramoto do primeiro de Novembro de 1755*, Moreira de Mendonça considera os tremores de terra como «epilepsia da Terra»: «digo que nos sítios aonde se experimenta abundância de betumes, enxofre e nitro, comunicando-se o fogo da terra a alguma cavidade cheia destes minerais, que eu considero como uma espécie de pólvora preparada pela Natureza, os acende; e rarefazendo o ar, de que muito abunda o nitro, pela pronta inflamação do enxofre, na violenta e repentina dilatação do mesmo ar com que procurava restituir-se, move a terra, abala os montes, com tanto ímpeto quanto é maior ou menor a cópia dos minerais, estendendo-se tanto mais os movimentos quanto é mais central a concavidade em que se executa a inflamação».

2.5. Hidrologia

Ficaram célebres as descrições das inundações da Baixa de Lisboa feitas por Fernão Lopes e descritas na *Crónica de El-Rei D. João I de Boa Memória*. Assim, ao referir-se às cheias de 24-25 de Outubro de 1384 escreve: «Onde sapei que estas foram as mores águas que os homens nunca viram nem ouviram falar; e duram até cerca da manhã, indo-se pouco a pouco como começaram. Ca sua abastança foi tanta que, não cabendo pelos canos de serventia da cidade per hu tem costume de se livrar quando chove (...) e todo o Rossio era um grande mar, anagando muitas casas darredor dele; e nadavam os toneis de vinho na Rua das Esteiras e pela Rua Nova. E nadou uma galé na taracena, e outras muitas cousas que pareciam impossíveis de crer». Pero Roiz Soares no seu *Memorial* dá-nos a descrição de cheias excepcionalmente intensas que ocorreram em Lisboa, em Maio de 1573 e em Outubro de 1595 «casos verdadeiros (...) porque todos foram vistos pelos olhos de quem os escreveu», «(...) foy tam espantossa chea (10 de Março 1573) que chegou o mar a cobrir toda a Rua da Misericórdia que podiam nadar por elle grandes barcas e chegou ao auer do pezo onde também podiam nadar barcas e por todo o Reino foi o mesmo durando este tempestuosso tempo até 12. de Mayo de 1573».

Frei Luís de Sousa, na *História de S. Domingos*, faz referência a quatro inundações da Baixa Lisboaeta (uma das quais é «... nos primeiros annos antes de haver edificios à roda, todas as agoas corriam o monte, e campo de Santa Anna, e do grande valle, que ainda hoje se chama da Mouraria». «(...) Assi devia ser em huma famosa chea, de que faz menção o livro de Calendas da Sé, que deu muita perda na cidade, e foi em 4 de Janeiro de 1343. No de 1384 em 24 de Outubro forão as agoas tão crescidas, tão arrebatadas, e impetuosas. Em semelhante aperto se acharão muitos annos adiante no de 1488, huma Terça-feira 16 de Setembro. E foi maior o perigo, porque veio o diluvio repentinamente, e em tempo que ainda se não temia, nem esperavão agoas». «De todos os Reis, em cujo tempo succederão estas cheas, o primeiro que se doeo dos que padecião os tormentos e medos d'ellas foi el Rei dom Manoel ...».

A defesa contra as cheias dos grandes rios portugueses foi uma preocupação dominante desde os primórdios do Reino. Merecem referência especial as defesas constituídas ao longo do Vale do Tejo e do Vale do Baixo Mondego.

Em Portugal, verificaram-se também secas prolongadas, que ficaram na tradição e de que se faz eco Bernardim Ribeiro que, na *Écloga de Jano e Franco* diz:

Quando as fomes grandes foram
que Alentejo foi perdido
.....
Levam pouco de gado
que lhe ficou doutro muito
que lhe morreu de cansado
que Alentejo era enxuto
de água, e mui seco de prado
.....
ver Alentejo, era dó.

O problema das secas deve enquadrar-se em anomalias da circulação geral da atmosfera, a que correspondem flutuações do clima numa escala local ou regional.

As secas do Nordeste do Brasil constituíram, logo depois da descoberta do Brasil, uma das grandes preocupações do governo do Reino. Ficaram célebres as providências determinadas por El-Rei D. João V e depois por D. José para combater os efeitos das secas no Nordeste Brasileiro. Também devemos referir as provisões tomadas pelo Marquês de Pombal para mitigar a fome nas Ilhas de Cabo Verde, periodicamente flageladas pelas secas.

3. A FASE HISTÓRICA DAS CIÊNCIAS GEOFÍSICAS EM PORTUGAL. ACÇÃO DA ACADEMIA DAS CIÊNCIAS E DOS OBERVATÓRIOS METEOROLÓGICOS

3.1. *Causas e factores do progresso das Ciências Geofísicas*

Pode aceitar-se que a fase histórica da evolução das Ciências Geofísicas teve início nos fins do século XVII e começos do século XVIII e enquadra-se no desenvolvimento das ciências exactas, iniciado com a revolução científica do século XVII.

A fase histórica começa quando se passaram a fazer medições sistemáticas e a quantificar a fenomenologia que ocorria na Terra.

Em princípio, deveremos considerar as seguintes causas do progresso das Ciências Geofísicas:

- a) desenvolvimento das matemáticas, designadamente da análise infinitesimal (Newton, Leibnitz, etc.);
- b) desenvolvimento do conceito de «fluido» como um *continuum* no estado líquido ou gasoso, capaz de oferecer resistência ao movimento dos corpos sólidos (Galileu, Torricelli, Bernoulli);
- c) estabelecimento das leis da dinâmica que exprimem a conservação da massa, da quantidade de movimento e da energia (Newton, Euler, Cauchy, etc.);
- d) descoberta do termómetro por Galileu (1608) e do barómetro por Torricelli (1643), seguida da descoberta de leis físicas dos gases por Pascal, Boyle, Gay-Lussac, Bernoulli e Dalton.

Estas trouxeram novas possibilidades de observação quantitativa dos fenómenos atmosféricos e permitiram formular as leis que os regem.

Foi nesta fase que se estabeleceu a composição da atmosfera (Lavoisier, Scheele, Dalton, etc.), e que se descreveram os fenómenos eléctricos (Franklin, Coulomb, etc.), ópticos (Descartes, Huyghens, Arago, etc.), e termodinâmicos (Boyle, Gay Lussac, Joule, Mayer, Clapeyron, etc.). Outra grande contribuição foi a primeira explicação racional para a existência dos *ventos alisados*, apresentada por Halley (1686) que sublinha, como causa primeira, a acção da radiação solar. Dapupier (1687) fornece uma descrição colorida, mas rigorosa de um tufão no Mar da China. Haddley (1735) descobre o efeito da rotação da Terra sobre os movimentos planetários, antecedendo-se assim a Coriolis (1840) explica o regime dos ventos alisados. Maury (1855) propôs um novo modelo da circulação atmosférica em que passavam a predominar as circulações meridionais, celulares.

Em Portugal, a partir do primeiro quartel do século XVIII generalizaram-se as observações da «constituição atmosférica» (como então se dizia) executadas por indivíduos interessados — médicos, professores, engenheiros, etc. (ver *Memórias da Academia das Ciências*).

Em meados do século XIX deu-se um acontecimento com grandes repercussões na evolução das actividades meteorológicas no mundo: a publicação das *Cartas dos ventos e das correntes marítimas* (1846)

de Maury, que permitiram reduzir de 180 para 100 dias, a viagem de New York para a Califórnia. Assim se demonstrava a importância económica das observações meteorológicas. Os Governos reconheceram a necessidade de intensificar as observações meteorológicas e de normalizar a sua execução para que os resultados fossem comparáveis. Em Agosto de 1853, no seguimento de uma sugestão de Maury, reuniu-se em Bruxelas uma Conferência de Meteorologia Marítima que foi a primeira tentativa de cooperação internacional neste domínio: conseguiu-se a uniformidade dos processos de observação meteorológica no mar. Começou então a concretizar-se o conceito de «serviço meteorológico do Estado», organismo responsável em cada país pelas actividades meteorológicas, que naquela época dependiam inteiramente da iniciativa individual, ou de Instituições Científicas, como as Academias das Ciências, Escolas Superiores, etc., com resultados, forçosamente, incoerentes e sem continuidade. As consequências desta evolução não tardaram a manifestar-se em progressos principalmente, da meteorologia como ciência e como técnica.

3.2. Acção da Academia das Ciências

Em Portugal foi notável o papel desempenhado pela Academia das Ciências, em todos os domínios das Ciências Geofísicas em Portugal, incentivando e publicando os resultados das observações (ver *Memórias*) e fornecendo normas de observação. Vamos começar pela Hidrologia.

*
* *
*

A Hidrologia, a partir do século XVIII, passou a ser encarada como uma disciplina científica. Em Portugal, ficaram célebres os trabalhos de Carlos Ribeiro (1859) sobre a hidrologia das vizinhanças de Lisboa, apresentados à Academia das Ciências (*Memórias, Nova Série, Tomo II, Parte 1.^a, 1857*).

Devemos referir, além dos trabalhos preventivos das cheias do Tejo, realizados no século XIX, o estudo hidrográfico do rio Mondego, efectuado pelo Capitão do Estado Maior J. Cecílio da Costa. Apresenta pela primeira vez em Portugal curvas de vazão, curvas cronológicas

do caudal médio diário e valores do módulo, anual e plurianual numa secção (Coimbra). Fazem-se ainda considerações sobre o ano hidrológico e sobre o coeficiente de escoamento. Pelo seu merecimento, junta-se um lista das obras de hidrologia e de hidráulica do Padre Estêvão Dias Cabral, publicadas pela Academia das Ciências de Lisboa e que nos foi fornecida pelo Prof. António Carvalho Quintela:

— *Tractado de Agrimensura*, na qual se propõe o preciso para um medidor de campos. Publicada de ordem da Academia Real das Ciências, Lisboa, na Typ. da mesma Academia, 1795, 8.º.

— Publicação nas *Memórias económicas* da Academia Real das Ciências de Lisboa (1789-1815, 4.º, 5 vol.):

- a) Memoria sobre o paul de Otta, suas causas e seu remedio; t. II (1790), pp. 144-154.
- b) Memoria sobre os danos causados pelo Tejo nas suas ribanceiras; *ibid.*, pp. 155-197.
- c) Memoria sobre os danos de Mondego no campo de Coimbra; t. III (1791), pp. 205-242.
- d) Memoria sobre o tanque e torre, no sitio chamado con Lisboa Amoreiras, pertencente às Aguas-livres; *ibid.*, pp. 291-297.
- e) Memoria sobre o modo de obter e de conservar agua da chuva de optima qualidade; t. IV (1812), pp. 67-76.

*
* *

Vejamos agora a Sismologia.

O desenvolvimento geral dos conhecimentos científicos nos séculos XIX e XX tiveram como consequência o conhecimento mais perfeito dos fenómenos sísmicos e o estabelecimento definitivo da sismologia como ciência com um corpo coerente de doutrina e com aplicações de valor utilitário. O terramoto de 1 de Novembro de 1755, pela grande publicidade que teve, chamou particularmente a atenção dos cientistas daquela época para estes fenómenos. Como já referimos, o questionário

sismológico distribuído aos párocos do País tem um carácter científico notável, atendendo à época em que foi elaborado. O terramoto de Lisboa impulsionou notavelmente os estudos sismológicos no mundo civilizado. Assim, em 1760, o inglês John Michell publicou uma importante memória sobre tremores de terra onde mostrou, pela primeira vez, a associação dos sismos aos movimentos ondulatórios.

A Sismologia foi até então uma ciência descritiva. Mas durante o século XIX a Matemática e a Física forneceram uma poderosa contribuição para o desenvolvimento da Sismologia que, assim, se estruturou como uma disciplina da Física. Cauchy e Poisson (1828) determinaram as equações do movimento ondulatório num meio perfeitamente elástico. Poisson demonstrou que havia dois tipos distintos de ondas que se propagam com velocidades diferentes no interior desse meio e que Stokes, posteriormente, designou por ondas longitudinais e por ondas transversais. Mais tarde, Rayleigh introduziu um terceiro tipo de ondas que são as ondas superficiais.

A influência dos vulcões e dos fenómenos químicos na produção dos sismos exerceu no espírito dos investigadores do século passado natural preponderância, e ainda no actual tenta alguns autores. Suess, que em 1873 estabeleceu a teoria tectónica baseada em conceitos e hipóteses de natureza científica, imprimiu a esta ciência um notável desenvolvimento.

Em 1889, Bartelli utilizou, pela primeira vez, o pêndulo para o registo de tremores de terra. Os aparelhos de medição e de registo começam a ser utilizados e, em breve, generalizam-se a todos os observatórios.

A Sismologia está numa posição privilegiada para dar informações sobre a constituição do interior do Globo, porque os acidentes da propagação das ondas fornecem indicações sobre a estrutura e a natureza das regiões do interior da terra, que atravessam.

As primeiras hipóteses científicas sobre o interior do Globo baseavam-se em ilações resultantes das erupções vulcânicas. No terceiro quartel do século XVIII e durante o século XIX executaram-se experiências para determinar a densidade média do Globo. O valor elevado encontrado comparado com o valor da densidade média das rochas que constituem a crosta terrestre, levou os cientistas a aceitar a hipótese de a densidade aumentar gradualmente com a profundidade.

Nos fins do século XIX, Wiechert concluiu que o Globo terrestre era essencialmente constituído por um manto rochoso rodeando um

núcleo de ferro. Baseando-se em elementos fornecidos pela sismologia, Gutenberg em 1913 concluiu que o raio do núcleo terrestre era 3 500 km.

Posteriormente o sismologista sérvio A. Mohorovicic (1909) descobriu a existência duma descontinuidade na base da crosta.

*

* *

Passemos às Ciências da Atmosfera.

As observações meteorológicas mais antigas feitas em Portugal com continuidade, são as «observações do tempo na Madeira» pelo médico inglês Dr. Thomas Heberden, no período 1747-1753, apresentadas à Royal Society de Londres e publicadas nas *Philosophical Transactions* (1752-1754). É interessante mencionar, que nas *Philosophical Transactions* aparecem ainda, do mesmo Dr. Thomas Heberden, uma carta ao irmão com o «relato do terramoto de 1 de Novembro de 1755 na ilha da Madeira» (1755) e «observações de imersões e emersões do primeiro satélite de Júpiter feitas no Funchal com um telescópio de reflexão» (1770).

Seguem-se, depois, as observações meteorológicas feitas em Lisboa pelo engenheiro Jacob Chrysostomo Pretorius, que foi sócio efectivo da Academia Real das Ciências. Os «extractos das observações meteorológicas» de Pretorius, nos cinco anos de 1781 a 1785, foram publicados nos quatro volumes do *Almanach de Lisboa* de 1782 a 1786, (Academia das Ciências) com a indicação de que as observações foram feitas «em Lisboa, na vizinhança do Real Palácio de Nossa Senhora das Necessidades», possivelmente na Fábrica da Pólvora em Alcântara onde Pretorius residia. As observações meteorológicas de Pretorius posteriores a 1785, referem-se ao ano de 1793, existem na biblioteca da Academia (manuscrito n.º 352-17 das *Memórias de Matemática*). Falando de Pretorius, dizia Franzini em 1818 que «a morte não (lhe) deu tempo de arranjar as suas observações para tirar delas os resultados que prometiam».

Na Biblioteca da Academia existe ainda um manuscrito (n.º 352-18 das *Memórias de Matemática*) com os resultados, por meses, das observações meteorológicas feitas em Lisboa em um lugar «da banda do Norte em Alcântara, elevado 6 braças sobre o mar», de Janeiro a Dezembro de 1789, por Henrique Schulze, tenente de artilharia.

Nos tomos I e II das *Memórias da Academia* estão publicadas as observações meteorológicas feitas em Mafra nos anos de 1784 a 1786

pelo sócio correspondente D. Joaquim de Assunção Velho, cónego regente de Santo Agostinho, e professor de Física e Matemática do Real Colégio de Mafra. Além disso publicou ainda nas mesmas *Memórias* uma comunicação sobre observações geomagnéticas.

Nos tomos II e III das *Memórias da Academia* estão publicadas as observações meteorológicas feitas no Rio de Janeiro nos anos de 1783 a 1787, e em S. Paulo nos meses de Outubro a Dezembro de 1788, pelo sócio correspondente Bento Sanches Dorta.

No tomo I do *Ano Médico* (Porto, 1796) estão publicadas as observações meteorológicas feitas no Porto no ano de 1792 pelo Dr. José Bento Lopes. Diz A. Balbi (*Essai statistique*, tomo I, p. 113, Paris, 1822), que foi este «o primeiro médico português que publicou as observações meteorológicas à arte de curar»; e que «durante três anos consecutivos o Dr. Agostinho Albano fizera no Porto, com muita regularidade e cuidado, observações meteorológicas que infelizmente se perderam».

No ano de 1812 começou a publicar-se em Lisboa a revista *Jornal de Coimbra*; e logo no primeiro ano apareceram os mapas das observações meteorológicas feitas no Gabinete de Física Experimental da Universidade de Coimbra pelo Dr. Constantino Botelho de Lacerda Lobo, lente de Física da Universidade e sócio efectivo da Academia. As observações do Dr. Constantino Botelho, publicadas no *Jornal de Coimbra*, vão desde Janeiro de 1812 a Maio de 1817. Adriano Balbi publica (*Essai Statistique*, tomo I, p. 113) observações posteriores, feitas em Coimbra pelo mesmo lente e que vão até 1820; mas são muito incompletas, faltando por exemplo todo o ano de 1819 e parte dos de 1818 e 1820.

No mesmo *Jornal de Coimbra* (vols. XIII a XIV) vêm publicadas as observações meteorológicas feitas em Lisboa de Fevereiro de 1818 por António José Vaz Velho, major do Real Corpo de Engenheiros, cosmógrafo da comarca de Tavira. E no vol. XV vêm publicadas as observações termométricas feitas na viagem de Lisboa para o Rio de Janeiro de 20 de Agosto a 15 de Novembro de 1818 pelo Dr. José Feliciano de Castilho, lente de Medicina da Universidade de Coimbra e sócio da Academia.

A seguir a 1812 houve grande movimento de observações meteorológicas no meio médico português, provocado por determinações legais sobre saúde pública. Estava tão arreigada a ideia da influência exercida pela «constituição atmosférica» (como então se dizia) no estado da saúde pública, que em numerosas «contas» médicas mensais publicadas no *Jornal de Coimbra* figuram descrições do estado do tempo durante

o mês, algumas com mapas de observações meteorológicas, como sucede para Montalegre com o Dr. José dos Santos Dias.

Tudo quanto em Portugal se fizera e fazia de observações meteorológicas nesta época, era precário e incerto; e a continuidade é condição essencial para estes trabalhos terem algum préstimo. A única excepção, mas esta uma grande e notável excepção, foi a do Conselheiro Marino Miguel Franzini (1779-1861) sócio efectivo da Academia, deputado, ministro e par do reino. As suas observações, que vão de 1815 a 1855 são as mais completas, as mais extensas e as de maior confiança feitas em Portugal por um particular. O Dr. Manuel Pegado chamou-lhe «o fundador da meteorologia portuguesa».

As suas primeiras observações meteorológicas foram publicadas em 1818, tomo V das *Memórias da Academia*. Diz Franzini, ao apresentá-las: «Foi quase no fim do ano de 1815 que o nosso benemérito consócio Dr. Bernardino António Gomes se propôs estudar atentamente o estado da saúde pública em Lisboa e a influência que nela exerce a constituição atmosférica, algumas vezes tão irregular; e como não podia desempenhar esta segunda parte sem o auxílio de observações meteorológicas, aproveitou o meu natural gosto por este género de observações, associando-se às suas úteis indagações, do que resultou a série de observações, que hoje tenho a honra de oferecer a esta Academia e que teria sumo prazer fossem acompanhadas pelas sábias indagações médicas que devíamos esperar dos conhecidos talentos do Dr. Bernardino. Contudo nesta 2.^a parte encontrou este digno sócio da nossa Academia dificuldades que exigiam tempo e constância para se removerem afim de obter mensalmente um exacto Mapa Necrológico dos mortos classificados segundo as moléstias de que pereceram. Parece que o Dr. Bernardino António Gomes nunca chegou a elaborar este trabalho.

Na mesma *Memória* diz ainda Franzini: «Quanto às minhas observações meteorológicas, devo dizer que os instrumentos de que faço uso estão colocados em uma sala da minha residência sita em S. Pedro de Alcântara».

Em sessão de sócios efectivos de 21 de Março de 1849 a Academia das Ciências resolveu que as «observações meteorológicas dos anos anteriores, que S. Exa. o sr. Conselheiro Franzini apresentou, fossem todas juntas impressas na colecção das *Memórias da Academia*». As dos anos de 1849 e 1850 foram publicadas nas *Actas da Academia*.

No *Jornal da Sociedade de Sciencias Médicas de Lisboa* (tomo X, p. 93 e segs.), vêm as «observações meteorológicas feitas no Hospital

de S. José. No mesmo *Jornal* (tomo XI, 1852, p. 173) vem o «resumo das observações meteorológicas feitas no alto da Calçada das Necessidades na altura de 39 braças (87 metros) sobre o mar no mês de Outubro de 1852» por Franzini.

O geógrafo italiano Adriano Balbi publicou no tomo I do seu conhecido *Essai statistique sur le Royaume de Portugal et d'Algarve* (2 tomos, Paris, 1822) um capítulo intitulado «Climat physique du Portugal». Além de um artigo de Humboldt sobre as temperaturas médias de Lisboa, Mafra e Rio de Janeiro comparadas com as de Roma e Paris, contêm os resultados das observações meteorológicas (temperatura do ar, humidade relativa e chuva) feitas entre 1784 e 1821 em Lisboa, Ponto, Coimbra, Mafra, Montalegre, Penafiel, Lobrigos, Portimão e Rio de Janeiro.

No fim do capítulo «Climat physique du Portugal» do livro de Balbi há uma tabela extensa, organizada por Humboldt, com «a distribuição do calor» à superfície da terra em que figuram Lisboa e o Funchal.

Efectivamente há valores dos elementos climáticos do Funchal desde 1747, como se pode ver na Introdução à famosa *Memória* do Dr. F. A. Barral, *Noticia sobre o clima do Funchal e sua influência no tratamento da tísica pulmonar*, apresentada em 20 de Setembro de 1853 à Academia das Ciências de Lisboa que a mandou imprimir «na colecção das suas *Memórias* e em outro formato menor».

Na *Revista dos Açores* (vol. II, 1853) vêm observações meteorológicas feitas na ilha de S. Miguel pelo cônsul geral britânico, Thomas Carrew Hunt, nos meses de Janeiro a Maio de 1853 e que são comparadas com os resultados das observações feitas nos doze anos anteriores.

4. A ACÇÃO DO OBSERVATÓRIO CENTRAL METEOROLÓGICO D. LUÍS

4.1. *Fundação do Observatório*

O Observatório Meteorológico foi criado pela antiga Escola Politécnica, em 1853. Começou a funcionar regularmente em 1 de Outubro de 1854 sob a direcção do Doutor Guilherme Pegado, lente da 5.^a cadeira (Física Experimental e Matemática) e sócio efectivo da Academia das Ciências de Lisboa.

Por decreto de 1 de Julho de 1856, D. Pedro V determinou: «Sendo de todo o Meu aprazimento anuir ao desejo do Infante D. Luis, Meu muito prezado Irmão, (...), de tomar debaixo da sua protecção o Observatório denominado Meteorológico da Escola Politécnica (...), Hei por bem Determinar que o referido Observatório tenha a denominação de *Observatório Meteorológico do Infante D. Luis, na Escola Politécnica*».

D. Pedro V fez várias visitas ao Observatório e tinha um grande interesse pelo seu funcionamento, chegando a dispender quantias do seu bolso para introduzir melhorias na instrumentação.

O Observatório foi o primeiro estabelecimento da sua categoria que existiu em Portugal. No seu estudo *Demografia e Higiene da Cidade do Porto* (1899) o Professor Ricardo Jorge diz que «em 1854 o Estado se decidiu a contar o vergonhoso atraso da meteorologia nacional pela criação em Lisboa do Observatório do Infante D. Luis».

A sua fundação foi decisiva para o progresso das Ciências Geofísicas em Portugal. Permitiu vencer o atraso em que nos encontrávamos e proceder à ocupação científica de todo o território de Portugal, incluindo o Ultramar. Foi o herdeiro natural de todo o esforço que vinha a ser dispendido pela Academia das Ciências a título voluntário desde a sua fundação.

Foi também propósito do Dr. Guilherme Pegado que, além das observações meteorológicas, se executassem no Observatório outras medições de «física terrestre». Como diz no seu relatório: «Temos os instrumentos para estas observações (electricidade atmosférica) mas não temos o local que elas demandam (...) Esperamos alguma coisa fazer com o magnetismo terrestre, naquilo que não depender do edificio, todo cercado e cheio de peças de ferro ...». As medições geomagnéticas começaram em Julho de 1857; as medições de potencial eléctrico da atmosfera começaram em Janeiro de 1877.

Os motivos que levaram o conselho da Escola Politécnica a fundar o Observatório foram indicados pelo Director da Escola, Visconde de Vila Maior, no discurso que proferiu na sessão de 22 de Outubro de 1859 perante o Senhor D. Pedro V, Ministério, Corpo Diplomático, etc.: «A Escola Politécnica não deve limitar-se à sua principal missão de instruir os alunos. Deve também, pelos seus trabalhos, concorrer para o adiantamento das ciências e auxiliar o Governo pelo estudo das questões de interesse público que têm imediata relação com as mesmas ciências ou delas dependem».

Fazemos esta citação para demonstrar a alta categoria dos desígnios que presidia à formação dos estudantes da Escola Politécnica e para mostrar que andamos agora a «descobrir» na Universidade, aquilo que há mais de um século era tomado como natural na Escola Politécnica: formar, investigar e prestar serviços.

4.2. O estabelecimento das observações meteorológicas regulares

O Doutor Guilherme Pegado não se limitou a criar o Observatório e pô-lo a funcionar. A sua maior realização foi organizar em poucos anos, no seguimento da criação do Observatório, um sistema unificado de observações meteorológicas em Portugal e um verdadeiro Serviço Meteorológico Nacional. Foi um dos grandes serviços que o Observatório prestou a Portugal.

Por portaria do Ministério da Marinha e Ultramar de 2 de Agosto de 1853 (doze dias depois de a Escola Politécnica ter decidido criar o Observatório) Guilherme Pegado foi nomeado para «a direcção das observações meteorológicas marítimas que o Governo resolvera se fizessem a bordo dos navios portugueses de guerra e de comércio, de acordo com o sistema universal proposto por Maury (...) para a construção de novas cartas dos ventos e das correntes».

Em 7 do mesmo mês e no desempenho desta função, Guilherme Pegado apresentou uma proposta de «instruções» para a execução das observações e determinou-se que aproveitasse «a «próxima saída da corveta D. João Primeiro, destinada ao porto de Macau, para se dar princípio às ditas obsrvações e algumas outras que, a bem da ciência, vão também indicadas pelo dito lente nas suas instruções».

Passados alguns anos, Guilherme Pegado demitiu-se. O Visconde de Vila Maior no discurso já referido dizia: «O fundador do nosso Observatório, depois de tão relevantes serviços feitos à ciência, depois de haver ilustrado o nome português entre as *nações que nos julgavam mortos para o progresso*, encontrou nas suas relações com o Governo, relações unicamente tendentes a dar maior incremento à ordem dos estudos que tanto afeiçoava, graves dificuldades e até pungentes desgostos que o obrigaram a demitir-se da direcção do Observatório. O facto só por si é significativo e eu não o agravarei com os meus comentários».

Joaquim António da Silva, a quem nos referimos no início deste trabalho, médico-cirurgião, lente substituto da 5.^a cadeira da Escola Politécnica e sócio efectivo da Academia Real das Ciências, dirigiu o Observatório até 10 de Agosto de 1860, data em que faleceu com 30 anos de idade. Deixou alguns estudos valiosos, nomeadamente sobre Chuvas em Lisboa (1859) e sobre Trabalhos Magnéticos executados no Observatório em 1859. Estes trabalhos foram publicados pela Academia das Ciências e são notáveis e de certo modo percursos. Assim no *Estudo das Chuvas*, preocupou-se com os aspectos climatológicos e a composição química das águas da chuva. Analisou os teores em ácidos da precipitação, assunto que hoje, passado um século assume tanta importância. É o problema magno da precipitação ácida, que tem sido fonte de grande preocupações nos últimos tempos.

Joaquim H. Fradesso da Silveira, do Conselho de S. M., lente de Física da Escola Politécnica, sócio correspondente da Academia Real das Ciências, inspector-geral dos pesos e medidas, *organizador da introdução do sistema métrico em Portugal*, foi o 3.^o director do Observatório (1860-1875). Foi o *representante de Portugal no 1.^o Congresso Meteorológico (Viena, 1873)*.

João C. de Brito Capelo, oficial da armada, sócio correspondente da Academia Real das Ciências, foi o 4.^o director do Observatório (1875-1901), depois de nele ter sido observador desde Janeiro de 1855. O Congresso Meteorológico de Roma (1879), que foi o primeiro depois da organização meteorológica internacional no ano anterior, *escolheu-o para a Comissão Meteorológica Internacional, inicialmente de nove membros*; foi sucessivamente reeleito até falecer em 1901 no posto de Vice-almirante.

Adriano A. de Pina Vidal, do Conselho de S. M., lente de Física e director da Escola Politécnica e depois professor da Universidade de Lisboa, sócio efectivo e secretário geral da Academia Real das Ciências, general de divisão, foi o 5.^o director do Observatório (1901-1910). Seguiu-se depois no lugar de Director o Doutor João Maria de Almeida Lima, lente de Física da Escola Politécnica.

4.3. Outras observações geofísicas

No Continente, as observações geomagnéticas regulares (*D, I e H*) mais antigas de que temos notícia, foram executadas em 1857, em Lisboa, no Observatório do Infante D. Luís (actual Instituto Geofísico). Foram executadas pelo Director do Instituto e Académico Dr. A. Silva.

Na sua comunicação à Academia dá uma notícia dos trabalhos sobre magnetismo terrestre, executados no Observatório do Infante D. Luís.

«Desde 1857 que n'este estabelecimento se fazem regularmente observações da declinação e inclinação da agulha, aquellas duas vezes por dia, e estas semanalmente. Os instrumentos empregados são um declinometro de Jones, e um inclinometro de Barrow, ambos pertencentes à classe dos *small instruments*, que os observadores preferem actualmente pela sensibilidade e exactidão aos grandes instrumentos de Gauss.

Apesar das boas condições do declinometro, tinha-se observado, que depois d'uma determinação absoluta, as declinações diminuíam rapidamente e que uma notavel torsão dos fios acompanhava este phenomeno; (...).

Dentro d'uma caixa circular de madeira hermeticamente fechada por tampa de vidro, suspendemos n'um estribo prêso a quatro fios de seda sem torsão, um cylindro de latão da mesma figura, grandeza e sentando a intensidade da componente em unidades de Gauss, numero que em pouco differe de 2,2100, achado pelo sr. Lamont em 1856. Ora a intensidade horisontal não só varia nas diversas épocas do anno, conforme o estabeleceu o physico Brown, sendo máxima nos solsticios e mínima nos equinoxios, mas as linhas magnéticas, que a representam, deslocam-se, segundo as observações de Lamont, de SO para NE. Quanto à intensidade total, que representámos por 9,67681, será em unidades de Gauss 4,36715.

Vê-se portanto que apesar de não termos podido dispôr d'um elemento do calculo, chegamos a obter resultados importantes para o conhecimento da força magnética em Lisboa.»

É interessante verificar-se as dificuldades orçamentais com que se debatia o Observatório, porque em determinada altura diz:

«Se o Governo de Sua Magestade nos desse uma pequena verba poderíamos sem difficuldade ter observações tão completas como as que se fazem em Inglaterra, e nos estabelecimentos russos. Quatro observadores inteligentes e trabalhadores bastavam para fazer um trabalho, que seria muito importante para a sciencia e honroso para o paiz.»

Os resultados das observações do estado eléctrico da atmosfera em Lisboa, executadas com «reómetro meteorológico» (electroscópio), começaram a figurar nos Trabalhos do Observatório em Agosto de 1855. Os resultados das medições do potencial eléctrico da atmosfera, feitas com um electrómetro de Thomson modificado por Brandy, de registo fotográfico, figuram nos *Anais* do Observatório desde Janeiro de 1877 até Março de 1888.

As observações actinométricas começaram em Dezembro de 1856 com um termómetro para medir a «temperatura máxima ao Sol». A partir de 1877 houve um actinómetro de Marié Davy. As observações geomagnéticas começaram em Julho de 1857 com um declinómetro de Jones e um inclinómetro de Barrow, medindo-se a declinação uma vez, por semana. O Observatório encomendou geomagnetógrafos em Inglaterra e o observador João Capelo foi comissionado para recebê-los e estagiar no Observatório de Kew a fim de se industrializar na sua manipulação. Os instrumentos chegaram a Lisboa em princípio de 1863 e estavam a funcionar em Julho do mesmo ano.

A secção geomagnética desenvolveu-se rapidamente e deu grande prestígio ao Observatório. «Creio que nenhum outro país actualmente está habilitado para estas comparações, cujo valor tem sido justamente apreciado», diz Fradesso da Silveira no seu Relatório do serviço do Observatório em 1863-64. Há mais três comunicações de Capelo à Sociedade Real de Londres sobre trabalhos geomagnéticos executados em Lisboa, publicadas nos *Proceedings* do Observatório, com uma separata que contém os valores da declinação magnética em 1858-1890. O Observatório também publicou os resultados das medições geomagnéticas feitas em Angola em 1877-1881 e na Ilha de S. Tomé em 1881. Com a instalação da rede de tracção eléctrica em Lisboa, em meados de 1902, sem que a empresa concessionária ficasse obrigada a assegurar a possibilidade da continuação dos trabalhos de geomagnetismo que se realizavam no Observatório, as observações deixaram de ter interesse científico, mantendo-se apesar disso até 1908.

A primeira tentativa de que temos notícia para instalar uma estação sismográfica em Lisboa é a de Francisco da Silveira, lente de Física da Escola Politécnica e Director do Observatório (actual Instituto Geofísico) do Infante D. Luís, que escreveu em 26 de Maio de 1864 a Alexis Perrey a pedir que lhe indicasse «um sismógrafo não muito complicado para os estudos dos tremores de terra» a instalar no Observatório. Perrey, sismólogo francês muito conhecido, era pessoa indicada

para a consulta pelas ligações com outros cientistas e pessoas interessadas nos fenómenos sísmicos, entre elas alguns portugueses, com quem mantinha correspondência e que lhe forneciam informações sobre macrossismos que eram depois aproveitadas na elaboração dos seus catálogos de sismos, publicados desde 1843 até 1872. O próprio Fradesso da Silveira prometia remeter a Perrey informações sobre os macrossismos sentidos nos territórios portugueses, incluindo o ultramar.

A resposta de Perrey não foi animadora, e Fradesso da Silveira fez nova consulta em Julho de 1864, desta vez a Marié Davy. O projecto não foi por diante, o que se pode explicar porque a sismografia estava ainda no começo: havia vários tipos de instrumentos mas os resultados não eram satisfatórios.

O Cons. Fradesso da Silveira não conseguiu os seus intentos o que até certo ponto não é de admirar. A sismologia era ainda um ramo recente da ciência, trabalhado unicamente em poucos países do mundo, nomeadamente na Inglaterra e na Alemanha onde a actividade científica era maior, em Itália e no Japão cujos territórios eram frequentemente abalados por sismos.

As observações sismográficas em Portugal começaram só no séc. XX, em 1902, com a instalação de um sismógrafo em Ponta Delgada e outro na Horta (que só funcionou durante ano e meio) pelo Serviço Meteorológico dos Açores. No Continente começaram em 1904, com a instalação no Observatório Magnético e Meteorológico da Universidade de Coimbra de um simógrafo adquirido em 1900. O Observatório Astronómico de Lisboa (Tapada da Ajuda) adquiriu em 1904 um termómetro de Bosh, sistema Milne e Omori, com modificações do Dr. Hecker, que registava movimentos sísmicos; mas parece nunca ter funcionado regularmente por dificuldades de instalação e por falta de pessoal.

A designação do Observatório do Infante D. Luís como estação central de sismologia foi 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. Das várias disciplinas da geofísica, a meteorologia foi a primeira a ver reconhecida a sua importância económica e também a primeira a dispor de um corpo de doutrina científica para a elaboração de informações, e, por isso, mais cedo se constituíram os serviços meteorológicos do Estado; por outro lado, a afinidade e a interdependência das várias disciplinas e a necessidade de atender à economia dos meios disponíveis, levavam a reuni-las num só organismo em cada país, na

medida do possível. Em todo o caso, a designação do Observatório como estação central de sismologia não conduziu a resultados concretos, até porque não foram previstas disposições reguladoras da coordenação atribuídas à estação central. Com a criação do Observatório alargou-se o ensino das disciplinas de Meteorologia e de Física da Terra na Escola Politécnica e depois, estendeu-se a outros estabelecimentos de ensino superior.

5. O INSTITUTO GEOFÍSICO DE COIMBRA E O OBSERVATÓRIO PRINCESA D. AMÉLIA

O Instituto Geofísico de Coimbra é o prolongamento do Observatório Físico-Meteorológico estabelecido em 1863 por iniciativa da Faculdade de Filosofia e de que foi Director o lente de Física Doutor Jacinto António de Sousa. O Observatório Meteorológico e Magnético da Universidade de Coimbra, instalado numa das elevações a leste da cidade, começou a funcionar em Maio de 1864.

No Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra as observações começaram em Junho de 1866. Foi possível iniciar as actividades de observação do campo magnético terrestre, começando apenas com observações absolutas da componente horizontal e da inclinação. Em 1875 foi construída uma mira de referência, à distância de 1600 metros e o seu azimute determinado astronomicamente. Em 1932 entra em funcionamento o Observatório Magnético do Instituto Geofísico, no Alto da Baleia, visto que a electrificação da zona da cumeada, em 1929, onde está instalado o Instituto provocou interferência no campo magnético o que acentuou a necessidade de se mudar o Observatório.

Como referimos, executaram-se observações meteorológicas na Escola médico-cirúrgica do Porto desde 1849, com condições de funcionamento deficientes. Em 1861 o posto foi incluído na rede do Observatório do Infante D. Luís e os resultados figuram nos *Anais* do Observatório desde Dezembro de 1862, com a seguinte nota: «Começaram as observações deste posto em Dezembro de 1859 e têm continuado regularmente (...) Os instrumentos foram comparados com os padrões do Observatório tendo sido enviados para o posto com as instruções e tábuas de correcção necessárias para a uniformidade das observações e deduções». Em Janeiro de 1888 passam a figurar nos *Anais*, como

observações do Porto, as executadas no Observatório da Princesa D. Amélia instalado pelo Observatório do Infante D. Luís na Serra do Pilar em 1885.

A fundação iniciou-se em 1882-1883 sob a direcção do Capitão-tenente José Maria Soares Andrea, amigo do então Director do Observatório Central Meteorológico D. Luís o Comandante Brito Capelo.

A designação inicial era a de *Posto Meteorológico e Magnético da cidade do Porto* e era dependente do Observatório Infante D. Luís que instalou e forneceu toda a aparelhagem.

A entrega oficial do edifício fez-se em 1885 e entrou em funcionamento em 1887. Posteriormente, passou a designar-se *Observatório Meteorológico da Princesa D. Amélia* e também conhecido por *Observatório da Serra do Pilar*.

O Conselho da Academia Politécnica do Porto solicitou em Julho de 1882 que lhe fosse entregue o Observatório da Princesa D. Amélia alegando «a vantagem que daí proviria para a cadeira de Física, que poderia servir-se deste Observatório como auxiliar do ensino das partes desta ciência que se referem a Meteorologia e ao Magnetismo (...) e que tanto a Universidade como a Escola Politécnica de Lisboa têm os seus Observatórios Meteorológicos e só esta Academia tem sido até hoje privada deste melhoramento».

O pedido da Academia Politécnica do Porto não teve seguimento imediato. Foi renovado em Novembro de 1900 pelo Conselho que acrescentava: «um Observatório Meteorológico é o complemento do gabinete e do laboratório de Física, ou antes, constitui uma secção deste laboratório», além da vantagem de aproveitar as instalações e os terrenos anexos para observações meteorológicas e trabalhos de topografia.

O Conselho da Escola Politécnica, depois de afirmar que «parece evidente que é extremamente inconveniente a descentralização dos serviços meteorológicos e em completo desacordo com os preceitos seguidos em países onde os mesmos serviços se acham montados em excelentes condições (...) é manifestamente inconveniente conceder ao Observatório D. Amélia, seja qual for a sua direcção científica, uma completa autonomia, devendo em qualquer hipótese este Observatório depender de um outro *central*», conclui que «a Direcção do Observatório deve ser concedida aos lentes de Física da Academia Politécnica do Porto, continuando porém esse Instituto, como até aqui, em parte dependente do Observatório do Infante D. Luís». E assim se fez.

A passagem do Observatório da Princesa D. Amélia para a dependência imediata da Academia Politécnica do Porto foi decretada pela lei orçamental para o ano de 1901-1902, ficando assegurada a indispensável colaboração técnica com o Observatório do Infante D. Luís; a entrega fez-se em 1 de Outubro de 1901.

Estavam satisfeitas as aspirações da Academia Politécnica do Porto e assente o princípio de que cada uma das três Escolas superiores teria em anexo um Observatório Meteorológico, cuja Direcção pertencia, por direito, a um lente de Física.

Os Observatórios ficavam em pé de igualdade; apenas o Observatório D. Luís centralizava as observações, para a climatologia e para a previsão do tempo. Ficou assente que os Directores dos Observatórios do Continente e dos Serviços Meteorológicos dos Açores reuniram uma vez por ano.

O Observatório Princesa D. Amélia iria dar agora a sua contribuição para o progresso das Ciências Geofísicas em Portugal.

6. A FUNDAÇÃO DO MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, COMÉRCIO E INDÚSTRIA

Outro factor importante para o desenvolvimento das actividades técnicas em Portugal, na segunda metade do século XIX, foi, sem dúvida, a criação do Ministério das Obras Públicas, por Decreto de 28 de Agosto de 1852. No preâmbulo do Decreto se justifica a necessidade da criação do Ministério:

«A necessidade instantânea de subdividir o Ministério dos Negócios do Reino é, pois, autorizada pela experiência de outros povos, reclamada pela natureza dos factos e proclamada pela opinião geral.

A indústria agrícola e fabril, o Comércio e as Obras Públicas devem portanto — acentua o legislador — separar-se do Ministério do Reino para constituírem um ministério especial que coloque a administração em relação com as indústrias, (...), cuide em facilitar todas as transacções e em promover a barateza de todos os transportes, pela feitura de boas vias de comunicação, e, ainda, que trate de organizar o crédito industrial, de instituir o ensino profissional e técnico, sem o qual as indústrias dificilmente poderão progredir, porque não sabem melhorar os seus processos aproveitando as indicações da ciência».

As ciências geofísicas, principalmente a hidrologia, tiveram um grande incremento. Logo de início foi instituída no Ministério a 2.^a Secção da Repartição Técnica que tinha a seu cargo: «Rios, canais e portos; dessecamento de pântanos; irrigações; trabalhos geodésicos, faróis».

Mais tarde os serviços de hidrologia foram alargados com o Decreto 57 de 11 de Março de 1884 como «plano de organização dos Serviços hydrographicos no Continente de Portugal». Além de se instalar uma rede udométrica bastante densa o «país foi dividido em quatro circunscripções hydrographicas» correspondente às bacias do Rio Minho até ao Douro; às bacias do Douro até ao Rio Lis; as bacias até ao Tejo e, por fim, todas as bacias ao sul do Tejo.

7. PARTICIPAÇÃO DE PORTUGAL NOS GRANDES PROJECTOS INTERNACIONAIS

7.1. A Rede Meteorológica Portuguesa

O estabelecimento da Rede Meteorológica Portuguesa pode considerar-se, como uma realização maior na ocupação científica do território português. Foi um grande serviço prestado à Comunidade Portuguesa pela Escola Politécnica. Foi a visão do Director Pegado e o apoio esclarecido do Conselho da Escola que tornaram possível um acometimento desta envergadura. Constituiu um dos grandes instrumentos para o progresso verificado na Regeneração, no último quartel do século passado.

Logo que o Observatório começou a funcionar, Guilherme Pegado procurou organizar uma rede coerente de observações meteorológicas no País, aproveitando «aquelas pessoas e instituições que quizeram trabalhar de acordo conosco». Instalou postos, aproveitou aqueles que já existiam por iniciativa individual e, para que os resultados fossem comparáveis, publicou em 1856 as *Notas explicativas para a execução de observações e deduções meteorológicas segundo um plano uniforme*.

E, assim, passaram a funcionar os postos meteorológicos mantidos pelo Observatório no Porto, em Moncorvo, Guarda, Évora, Beja, Lagos, Montalegre, Campo Maior, Serra da Estrela e em Lagos. Logo a seguir a rede meteorológica estendia-se ao Ultramar.

A portaria régia, de 1 de Abril de 1857, assinada pelo Visconde de Sá da Bandeira diz: «Tendo determinado Sua Magestade El-Rei que nas capitais das possessões do Ultramar, de Cabo Verde, Angola e Índia, e na cidade de Macau se estabeleçam postos meteorológicos, como se acaba de fazer para Moçambique: Manda, o Doutor José António Dias Pegado, Director do Observatório Meteorológico do Infante D. Luís, a proceder à compra dos instrumentos e a tudo o mais que disser respeito ao complemento destes estabelecimentos».

Portarias posteriores dão conta da remessa de colecções de instrumentos, de instruções para a execução das observações em Cabo Verde, Bissau, Angola, Moçambique e Goa, «com regularidade e na conformidade das respectivas instruções».

O Observatório do Infante D. Luís ficou assim a ser o Instituto central da rede meteorológica portuguesa, instalando postos com instrumentos aferidos pelos seus padrões, dirigindo a execução dos seus trabalhos na metrópole, no ultramar e no mar, reunindo e publicando os resultados nos seus *Anais* e representando o país nos organismos internacionais de carácter meteorológico. Portugal foi, assim, dos primeiros países do mundo, se não o primeiro, que teve um serviço meteorológico do Estado a superintender com unidade nas actividades meteorológicas no território nacional.

7.2. Portugal na rede meteorológica mundial

Já depois da fundação do Observatório D. Luís, outro acontecimento provocou novo movimento nas actividades meteorológicas no mundo.

Em 14 de Novembro de 1854, durante a guerra da Crimeia, um temporal sobre a Europa, causou grandes estragos à esquadra franco-anglo-turca no Mar Negro, na região de Sebastopol tendo perdido o couraçado Henri IV. O Governo francês encarregou Leverrier, Director do Observatório Imperial de Paris, de estudar a possibilidade de prever a ocorrência de temporais para se tomarem providências contra possíveis estragos.

Por meio de cartas meteorológicas rudimentares Leverrier pôde reconstituir a evolução e o deslocamento do temporal sobre a Europa, concluindo que, se a esquadra no Mar Negro tivesse conhecimento pelo telégrafo do estado do tempo na Europa Ocidental, teria sido

possível tomar precauções contra o temporal que se deslocava para leste. Esta conclusão provocou grande interesse e conduziu a estabelecer o «Serviço de Meteorologia Internacional» centralizado no Observatório de Paris.

Foi, por assim dizer, o fermento que depois levaria à criação da Organização Meteorológica Internacional (OMI) em 1873.

Os observatórios meteorológicos da Europa remetiam diariamente para Paris um telegrama com os resultados das observações executadas às 8 horas, os quais eram reunidos no Boletim Internacional que continha a carta de isóbaras da Europa com o rumo e a força dos ventos e as «probabilidades» para o dia seguinte. Em troca recebiam de Paris esta parte do Boletim em Telegrama de «aviso», quando o estado das comunicações o permitia.

O Observatório do Infante D. Luís começou a colaborar no serviço da meteorologia internacional em 1857, logo que Lisboa ficou ligada a Paris por telégrafo eléctrico, e os «avisos» que recebia eram publicados diariamente na imprensa. Em 1864 figuravam no Boletim Internacional mais de 50 observatórios e postos meteorológicos, entre eles os de Lisboa, Porto, Moncorvo, Guarda e Campo Maior.

Em Abril de 1864 o Director Fradesso da Silveira promoveu, junto das entidades locais, que nos Açores e na Madeira se instalassem postos meteorológicos, «por ser muito necessário para o serviço da meteorologia internacional». No fim do ano e no princípio de 1865 estavam a funcionar os postos de Angra, Funchal e Ponta Delgada. Para que os resultados das observações neles executadas pudessem ser aproveitados nos trabalhos de previsão do tempo era necessário que os dois arquipélagos estivessem ligados por cabo telegráfico submarino a Lisboa, o que só veio a suceder em 1874, quanto à Madeira, e em 1893, quanto aos Açores. Os telegramas meteorológicos de S. Vicente (Cabo Verde) começaram a ser expedidos para Lisboa em 1884.

Em fins de Outubro de 1865 cessaram os «avisos» expedidos de Paris. Em 1 de Dezembro do mesmo ano principiou em Lisboa o «serviço quotidiano de previsão do tempo», elaborando-se no Observatório um boletim que era distribuído aos jornais diários. Quando o Observatório anunciava mau tempo ou temporal, os respectivos sinais eram içados nas estações semaforicas do Arsenal da Marinha, Viana do Castelo, Porto/NA. Sr.^a da Luz, Cabo Carvoeiro, Oitavos, Cascais, S. Julião, Cabo Espichel e Sagres. A partir de 1882 o boletim passou a constituir uma publicação regular do Observatório.

As previsões do tempo então elaboradas eram deficientes, porque assentavam muito em regras empíricas aplicadas a fenómenos meteorológicos observados localmente ou regionalmente. Os resultados eram precários por falta de base teórica, assente num corpo coerente de doutrina meteorológica que só veio a existir nos fins do primeiro quartel do século XX. Apesar de tudo as previsões foram muito úteis.

7.3. Fundação da Organização Meteorológica Internacional (OMI)

O primeiro empreendimento de cooperação científica internacional no domínio das Ciências Geofísicas parece ter sido a União Magnética de Gottingen (1836-1841) criada para a execução de observações geomagnéticas simultâneas em vários pontos do Globo terrestre segundo um plano uniforme e coerente, preparado entre os participantes da cooperação estabelecida. Uma das consequências deste empreendimento foi a obtenção de valores do campo magnético em 91 pontos do Globo que permitiram a Gauss (em 1839) chegar à conclusão, por via teórica, (pela aplicação da análise harmónica esférica, como já tinham feito Legendre e Laplace, para a forma da Terra e para os mares terrestres) que o campo geomagnético era, fundamentalmente, de origem interna. Confirmaram-se, assim, as experiências de Gilbert realizadas em 1600 com esferas de magnetite, que mostraram ser o campo magnético da Terra de origem interna.

Na Conferência de Meteorologia Marítima de Bruxelas (1853) foram expostas as observações meteorológicas regulares feitas a bordo dos navios. Nesta Conferência, estiveram representados dez países. Portugal não ficou indiferente às recomendações que foram logo postas em prática pelo Doutor Pegado, como referimos no parágrafo anterior.

Em Setembro de 1873, reuniu em Viena o Primeiro Congresso Meteorológico Internacional com a representação de vários países e presidido pelo holandês Buys-Ballot. Foi decidido criar o Comité Meteorológico Internacional, que reuniu pela primeira vez em Outubro de 1878 em Utrecht. Ali foi decidida a criação da Organização Meteorológica Internacional (OMI), que foi a primeira organização científica do Mundo. Portugal foi membro fundador e esteve representado por Fradesso da Silveira, Director do Observatório D. Luís.

A OMI desenvolveu uma acção notabilíssima nos domínios da meteorologia sinóptica e instrumental comportando-se como se fosse

uma organização de Estados. Durante a sua vigência prestou serviços relevantes à ciência e em particular à Física da Atmosfera. A OMI foi extinta em 1948, data em que foi criada a Organização Meteorológica Mundial (OMM), como agência especializada da ONU.

7.4. Participação Internacional

Depois da criação da OMI em 1878 reuniu em Roma, em Abril de 1879, o 2.º Congresso Meteorológico Internacional em que estiveram presentes 40 meteorologistas, representando 18 países. Portugal esteve representado por João Brito Capelo, sócio da Academia e Director do Observatório D. Luís. Foi eleito membro do Comité Meteorológico Internacional, constituído por 9 membros. E foi sucessivamente reeleito até falecer em 1901.

Portugal participou ainda, activamente, no I Ano Polar Internacional que decorreu em 1882-1883 principalmente para execução de observações meteorológicas, geomagnéticas, e de auroras polares nas regiões da Ártica e do Atlântico Sul.

A primeira tentativa de que temos notícia para instalar uma estação sismográfica em Lisboa é a de Fradesso da Silveira, mas não conseguiu os seus intentos o que, até certo ponto, não é de admirar. A sismologia era ainda um ramo recente da ciência, trabalhado unicamente em poucos países do mundo onde a actividade científica era maior, nomeadamente a Inglaterra, a Alemanha, a Itália e o Japão.

As observações sismográficas em Portugal começaram só no séc. XX, em 1902, com a instalação de um sismógrafo em Ponta Delgada e outro na Horta (que só funcionou durante ano e meio) pelo Serviço Meteorológico dos Açores. No Continente começaram em 1904, com a instalação no Observatório Magnético e Meteorológico da Universidade de Coimbra de um sismógrafo adquirido em 1900. O Observatório Astronómico de Lisboa (Tapada da Ajuda) adquiriu em 1904 um sismómetro, sistema Milne e Omori, que registava movimentos sísmicos; mas nunca funcionou com regularidade.

A designação do Observatório do Infante D. Luís como estação central de sismologia foi 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.

Das várias disciplinas da geofísica, a meteorologia foi a primeira a ver reconhecida a sua importância económica e também a primeira a dispor de um corpo de doutrina científica para a elaboração de informações, e por isso mais cedo se constituíram os serviços meteorológicos do Estado; por outro lado, a afinidade e a interdependência das várias disciplinas e a necessidade de atender à economia dos meios disponíveis levavam a reuni-las num só organismo em cada país, na medida do possível. Em todo o caso, a designação do Observatório como estação central de sismologia não conduziu a resultados concretos, até porque não foram previstas disposições reguladoras da coordenação atribuída à estação central.

*
* *

No Continente, as observações geomagnéticas regulares mais antigas de que temos notícia, foram executadas em 1857, no Observatório do Infante D. Luís pelo Director Doutor A. Silva. Na sua comunicação à Academia dá uma notícia dos trabalhos sobre o magnetismo terrestre. (*Memórias da Academia*).

«Desde 1857 que n'este estabelecimento se fazem regularmente observações da declinação e inclinação da agulha, aquellas duas vezes por dia, e estas semanalmente. Os instrumentos empregados são um declinómetro de Jones, e um inclinómetro de Barrow, ambos pertencentes à classe dos small instruments, que os observadores preferem actualmente pela sensibilidade e exactidão aos grandes instrumentos de Gauss.

Apesar das boas condições do declinómetro, tinha-se observado, que depois d'uma determinação absoluta, as declinações diminuíam rapidamente e que uma notavel torsão dos fios acompanhava este phenomeno; (...)»

Os resultados das observações do estado eléctrico da atmosfera em Lisboa, executadas com «reómetro meteorológico» (electroscópio), começaram a figurar nos Trabalhos do Observatório em Agosto de 1855. Os resultados das medições do potencial eléctrico da atmosfera, figuram nos *Anais* do Observatório em Agosto de 1855. Os resultados das medições do potencial eléctrico da atmosfera, figuram nos *Anais* do Observatório desde Janeiro de 1877 até Março de 1888.

As observações actinométricas começaram em Dezembro de 1856 com um termómetro para medir a «temperatura máxima do Sol». A partir de 1877 houve um actinómetro de Marié Davy.

A secção geomagnética desenvolveu-se rapidamente e deu grande prestígio a Portugal. «Creio que nenhum outro país actualmente está habilitado para estas comparações, cujo valor tem sido justamente apreciado», diz Fradesso da Silveira (1863-64). Há mais três comunicações de Capelo à Sociedade Real de Londres sobre trabalhos geomagnéticos executados em Lisboa, publicadas nos *Proceedings* da Sociedade. Os resultados de 1858 a 1890 estão publicados nos *Anais* do Observatório.

O Observatório também publicou os resultados das medições geomagnéticas feitas em Angola em 1877-1881 e na ilha de S. Tomé em 1881.

Com a instalação da rede de tracção eléctrica em Lisboa, em meados de 1902, as observações deixaram de ter interesse científico, mantendo-se, apesar disso, até 1908. A partir desta data ia caber ao Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra a tarefa de assegurar os serviços geomagnéticos em Portugal.

8. A DISPERSÃO DOS SERVIÇOS METEOROLÓGICOS E A DECADÊNCIA DAS CIÊNCIAS GEOFÍSICAS EM PORTUGAL

Depois dum período de pujança e de afirmação, 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. E, pouco a pouco, minados por dissidência interna e por falta de apoio, os Observatórios pouco mais passavam do que serviços de rotina, o que conduziu à sua estagnação e ao seu alheamento do ensino.

O pessoal técnico superior era imposto e muitas vezes não tinha a preparação científica de base exigível, com as formações mais variadas. Poucos teriam estudado Física da Terra... ou mesmo só Física. Foi a degradação das funções devido à falta de competência científica e profissional. Estas insuficiências acentuaram-se, ainda mais, a partir do primeiro quartel deste século.

Em ofício de Fevereiro de 1901, do Director-Geral da Instrução, por determinação do Ministro do Reino (Prof. Wenceslau Lima), solici-

tava-se à Escola Politécnica que remetesse um projecto de organização e de regulamentação dos serviços do Observatório D. Luís «no qual serão atendidas as bases anexas ao presente ofício». Essas bases alargaram o fermento da desagregação. Por lei de 12 de Junho foi estabelecido o Serviço Meteorológico dos Açores com «uma organização independente dos diferentes observatórios meteorológicos do Continente e sob a direcção geral de um funcionário só dependente do Ministério do Reino». O Serviço Meteorológico dos Açores entrou em funcionamento em Outubro de 1901 sob a Direcção de Afonso de Chaves oficial do exército e que era Director do posto Meteorológico de Ponta Delgada desde 1893.

Começou então a dispersão das actividades meteorológicas em Portugal, até então unificadas no Serviço Meteorológico centralizadas no Observatório Infante D. Luís. Foi o início do declínio dos Observatórios Meteorológicos como instrumento de ciência e como agentes dinamizadores do ensino. Foi a decadência do ensino da Meteorologia como ciência e o afastamento dos vários ramos da Geofísica das preocupações efectivas e convictas das Escolas e dos Serviços de Estado.

Entretanto os vários Directores, nas reuniões anuais, degladiavam-se com a organização dos Serviços Meteorológicos, e procuravam dividir funções e criar áreas de influência.

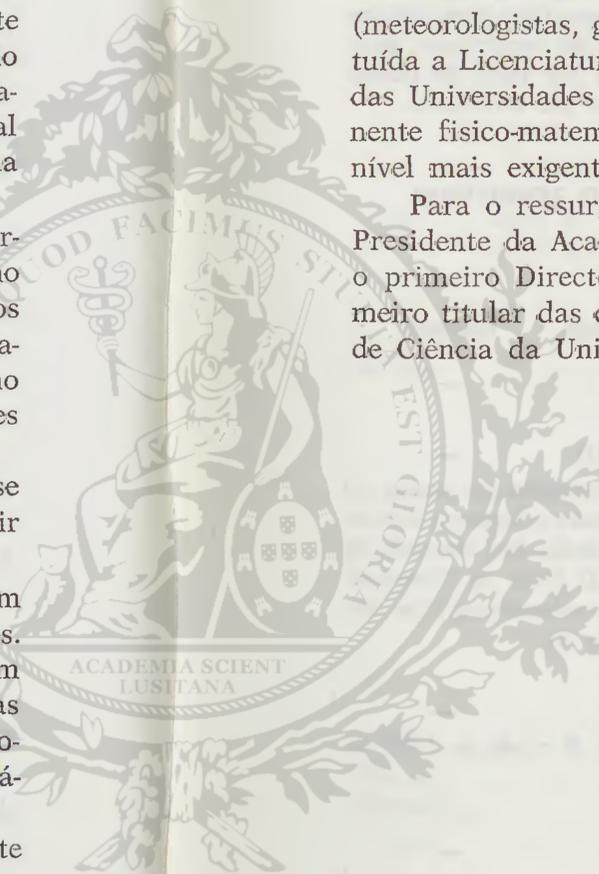
Era uma luta, de certo modo inglória, que não aproveitou nem ao prestígio das Escolas Superiores, nem aos outros Serviços oficiais.

As Ciências Geofísicas, depois de um período áureo entravam em decadência acentuada. Entra-se num marasmo, com o alheamento das Escolas Superiores no ensino das disciplinas. Os Serviços oficiais preocupavam-se quase exclusivamente com técnicas e com aspectos práticos, mas sem a base científica indispensável.

Criou-se uma situação pouco satisfatória e mesmo desprestigiante para o Estado Português e que não correspondia às «necessidades internas e às obrigações externas do País». Pela situação geográfica dos seus territórios, era solicitado e pressionado constantemente pelos meios internacionais, para fornecer estruturas e aeroportos que correspondessem aos requisitos da navegação marítima e aviação civil e que dessem cobertura e segurança adequadas. A protecção meteorológica impunha exigências que os serviços meteorológicos do Estado não podiam satisfazer, e a falta de profissionais, com preparação universitária adequada, não infundia confiança a nível internacional.

O ressurgimento só se viria a dar com a criação em 1946 do Serviço Meteorológico Nacional, e a extinção de todos os outros serviços então existentes e a sua incorporação naquele Serviço. As Universidades, passaram então, a ter a seu cargo não só o ensino a nível superior das Ciências Geofísicas, como a formação académica dos profissionais (meteorologistas, geofísicos, hidrologistas, oceanógrafos, etc.). Foi instituída a Licenciatura em Ciências Geofísicas nas Faculdades de Ciências das Universidades de Lisboa, Porto e Coimbra com uma forte componente fisico-matemática, de acordo com os padrões internacionais de nível mais exigente.

Para o ressurgimento contribuiu decisivamente a acção do antigo Presidente da Academia o Prof. Herculano Amorim Ferreira e que foi o primeiro Director-Geral do Serviço Meteorológico Nacional e o primeiro titular das cadeiras de Meteorologia e de Geofísica na Faculdade de Ciência da Universidade de Lisboa.



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS
DE LISBOA

APÊNDICE I

Sempre que possível, indica-se a posição aproximada do epicentro, os locais onde os sismos foram sentidos com maior intensidade e as respectivas intensidades na escala internacional de 1931. Para os sismos de 1909 e 1969 recorreu-se, para determinação de alguns parâmetros, a valores determinados por meio de instrumentos. Os valores da intensidade indicados entre parêntesis são duvidosos.

LISTA DOS PRINCIPAIS SISMOS QUE AFECTARAM O TERRITÓRIO DE PORTUGAL CONTINENTAL

(Victor Sousa Moreira, 1979)

Data	Hora	Local	Intensidade	Epicentro
63 A.C.	—	Costas de Portugal e da Galiza	(X)	—
		Foi seguido por um maremoto (6).		
382	—	Cabo de S. Vicente	(X - XII)	—
		Abalo referido como tendo provocado destruições em pontos tão afastados como a Sicília, a Grécia, a Palestina e a Península Ibérica. Trata-se certamente de mais do que um abalo. Frei Bernardo de Brito, citando autores Romanos, diz na II Parte da <i>Monarquia Lusitana</i> que, em resultado deste sismo, se submergiram ilhas que existiam em frente do Cabo de S. Vicente (6).		
1033				
29 Jun.	—	Sentido em todo o Território	—	—
		Foi acompanhado por um eclipse de Sol. É citado no <i>Livro da Noa de St.ª Cruz</i> (7).		
1279				
22 Fev.	De manhã	Sentido em todo o Território	—	—
		Não se conhecem detalhes (4, 7).		
1318	—	Sentido em todo o Território	—	—
		No <i>Livro da Noa de St.ª Cruz</i> é citado com as características de grande terremoto (7).		
1321	—	Sentido em todo o Território	—	—
		Houve três abalos no intervalo de três horas (7).		
1337	Antes da meia-noite	Sentido em todo o Território	—	—
		Não se conhecem detalhes. Citado no <i>Livro da Noa de St.ª Cruz</i> (7).		

Data	Hora	Local	Intensidade	Epicentro
1344	—	Lisboa e arredores	IX - X	Epicentro localizado talvez na região de Benavente. Mag: cerca de 7
		Caiu a capela-mor da Sé de Lisboa e ficaram arruinados muitos edifícios da capital, tendo morrido muita gente. Foi acompanhado de grande ruído subterrâneo. Parece não ter provocado destruições em Espanha, pelo que se admite que o epicentro se tenha situado em Portugal, talvez na região de Benavente (12, 13, 15, 22).		
1356	Antes do pôr do Sol	Lisboa	IX - X	Epicentro localizado talvez a sudoeste do Cabo de S. Vicente. Mag: cerca de 8,5
		Caiu novamente a capela-mor da Sé de Lisboa, que já tinha sido destruída pelo terremoto de 1344. Em Lisboa caíram muitas casas e morreu muita gente. Foi sentido fortemente no Algarve. Provocou destruições em Espanha, especialmente na Andaluzia. Em Sevilha houve estragos na Catedral e em Córdova morreu muita gente e ficaram arruinadas bastantes igrejas. Foi seguido por grande número de réplicas. Embora não haja qualquer informação relativa a maremoto, admite-se que este sismo, pela localização geográfica da área macrossísmica e ainda pela sua extensão, tenha tido o epicentro no Oceano Atlântico, a sudoeste do Cabo de S. Vicente, tal como o sismo de 1977 (3, 7, 12).		
1504	—	Vários locais	IX - X	
	Fim do Outono	Seguiram-se vários terremotos que provocaram grandes destruições. Repetiram-se em 1505 (10, 15).		
1512	—	Lisboa	?	
		Garcia de Resende relata este acontecimento nos seguintes termos: «Vi que em Lisboa caiu da costa grã quantidade, duas ruas destruídas, duzentas casas sumiu, foi grã temor na cidade» (17). Alguns autores, entre eles Moreira de Mendonça, descrevem um acontecimento semelhante em 1551. Parece haver confusão de datas, devido provavelmente à troca entre as eras de César e de Cristo. Preferimos a data de 1512, indicada por Garcia de Resende, por ser citada por um autor coevo do acontecimento. Parece não se tratar de um sismo, mas antes de um desprendimento de terras idêntico ao que ocorreu em 28 de Julho de 1597 no Monte de St.ª Catarina, parte do qual caiu para o rio Tejo, arrastando três ruas, casas e os seus moradores (17).		

Data	Hora	Local	Intensidade	Epicentro
1528 12 Mar.	08-09	Alcobaça	VII - VIII	—
		Este sismo causou estragos apreciáveis no Mosteiro de Alcobaça. Não se conhecem informações sobre os seus efeitos noutras locais (1).		
1531 26 Jan.	04-05	Lisboa, Vila Franca de Xira, Castanheira, Almeirim, Benavente, Azambuja, Alenquer, Tancos, Bombarral, Alcácer do Sal, Santarém, Ribeira de Santarém	IX - X	Epicentro localizado possivelmente entre Vila Franca de Xira e Azambuja. Mag: 7-7,5
		Alcobaça, Évora Monte	VIII - IX	
		Trujillo (Cáceres)	VII	
		Braga, Guimarães, Porto, Tomar, Óbidos, Torres Vedras, Setúbal, Ourique, Múrcia, Granada, Santander	?	
		Ocorreram abalos preliminares, com início em 7 de Janeiro. O abalo principal, que ocorreu em 26 de Janeiro, provocou grandes estragos numa área que vai desde o paralelo de Alcobaça e Tomar até Alcácer do Sal. Provocou grandes destruições em Lisboa, onde morreu muita gente. No Tejo, as águas destroçaram todas as naus que estavam no porto. Em Almeirim abriram-se fendas no solo, donde saiu água com gases sulfurados. Em Espanha, provocou estragos em Cáceres e foi sentido em Granada e em Múrcia (9, 13, 15 e 17). Com as poucas informações disponíveis para o efeito, delimita-se a zona de intensidade máxima deste sismo (Fig. 1).		
1551 28 Fev.	—	Lisboa	?	
		É duvidosa a ocorrência deste acontecimento nesta data, pois são idênticas as descrições feitas para 1551 e 1512. Deve tratar-se de um desprendimento de terrenos e não de um sismo. Pelo que se disse na devida altura, preferimos a data de 1512, indicada por Garcia de Resende (17).		
1587 Nov.	—	Loulé	IX	—
		Abalo de terra no Algarve, que causou desastres em Loulé. Morreram 170 pessoas. Não são conhecidos os seus efeitos noutras localidades (13, 19).		
1719 6 Mar.	Pouco antes do nascer do Sol	Portimão Ameixoeira, Carregação, Estômbar, Lagoa Lisboa	VII - VIII — (V)	Epicentro possivelmente a sudoeste do Cabo de S. Vicente.
		Foi acompanhado de ruído subterrâneo no Algarve. Causou ruínas nas abóbadas das igrejas e em muitas casas. No lugar de Esconto, a meia légua de Portimão, morreram três pessoas de susto (13, 15).		

Data	Hora	Local	Intensidade	Epicentro
1722	17-18	Portimão, Tavira, Faro, Albufeira, Loulé, Lagoa e Castro Marim	IX - X	Epicentro localizado possivelmente junto à costa entre Faro e Tavira. Mag: cerca de 7
		Ficaram destruídas muitas construções. Em Faro morreram algumas pessoas na derrocadas. No rio Gilão, em Tavira, apartaram-se as águas, deixando em seco uma caravela que navegava em direcção à foz.		
1751 19 Dez.	11 h	Torre de Moncorvo	(VII - VIII)	41° N; 7° W Mag: 5-6
		Saíram vapores do solo. Alguns autores dizem que o sismo foi sentido em Aveiro e derrubou casas em Torre de Moncorvo. Parece que os abalos se repetiram no ano seguinte (11, 15).		
1752 27 Mar.	—	Aveiro	(VII - VIII)	
		Parece ter ocorrido um sismo que derrubou edifícios em Aveiro. Galbis Rodriguez (11) refere-se a este sismo, citando Perrey. Não encontramos confirmação da ocorrência deste sismo na bibliografia portuguesa coeva deste acontecimento.		
1755 1 Nov.	09 h 40 m	Lisboa, Almada, Seixal, Setúbal, Aljezur, Silves, Castro Marim, Faro, Albufeira, Lagoa, Portimão, Lagos e Vila do Bispo Alenquer, Sintra, Cascais, Tavira, Loulé e Sagres Alcobaça, Torres Vedras, Vila Franca de Xira, Mafra, Moita, Sesimbra, Alcácer do Sal, Santiago do Cacém e Monchique	X IX - X IX	37° N; 10° W Mag: 8,7-9
		Foi sentido em todo o Território, tendo causado destruições, especialmente na parte Sul. Em Lisboa e no Algarve ruiu grande número de prédios. Em Lisboa, o terremoto foi seguido de um incêndio que durou 4 a 5 dias. Calcula-se que morreram nas ruínas e nos incêndios cerca de 18 mil pessoas. Teve grande número de réplicas cuja frequência só começou a diminuir ao longo de 1757. Foi seguido por um maremoto que causou grandes estragos, especialmente no Algarve (15).		

Data	Hora	Local	Intensidade	Epicentro
1761 31 Mar.	12 h 10 m	Lisboa, Évora e Beja	VII - VIII	37° N; 10° W Mag: cerca de 8
		Provocou estragos importantes em Lisboa, Évora e Beja, onde morreram três pessoas. Epicentro provavelmente situado na região epicentral do sismo de 1 de Novembro de 1755. Causou um maremoto de pequena magnitude (15).		
1856	11 h	Loulé Faro Tavira, Albufeira Lisboa	VIII - IX VII - VIII — IV - V	
		Ocorreram abalos preliminares a partir das 3 horas do dia 11. O abalo principal abriu fendas no terreno, na região de Loulé, onde causou estragos importantes (15).		
1858 11 Nov.	07 h 15 m	Setúbal, Melides e St.º André	IX	38,2° N; 9,0° W Mag: 7,2
		Palmela, Azeitão, Sesimbra, Sines e Santiago do Cacém Lisboa	VIII VII - VIII	
		Foi sentido em todo o Território de Portugal Continental. Grande estragos em Setúbal, onde o bairro de Troino ficou reduzido a um montão de ruínas. Em Lisboa as zonas mais afectadas foram a Baixa e Alfama. Em Espanha foi sentido numa extensa área incluindo Cádiz, Huelva e Madrid. Em Sevilha observou-se a agitação das águas do rio Guadalquivir, e em Lagos também se observou agitação das águas da baía. Ocorreram abalos preliminares, tendo o mais importante ocorrido cerca da 6 horas (grau VI em Setúbal). A réplica mais importante (grau III em Setúbal) ocorreu cerca das 10 horas (15).		
1890 21 Fev.	—	Batalha e Maceira	(VI)	
		Pequena superfície macrossísmica. Acompanhado de grande ruído. Causou estragos importantes nas igrejas da Batalha e Maceira (8, 15).		
1909 23 Abr.	17 h 40 m	Benavente, St.º Estêvão, Salvaterra e Samora Correia Salvaterra, Carregado e Castanheira do Ribatejo Lisboa	IX - X IX V - VI	38,9° N; 08,8° W Mag: 6-6,5
		Foi sentido em todo o Território de Portugal Continental e em grande parte de Espanha. Em Benavente não ficou uma só casa habitável. Houve grandes derrocadas em Salvaterra de Magos,		

Data	Hora	Local	Intensidade	Epicentro
		Samora Correia e St.º Estêvão. Em Lisboa houve alguns prejuízos materiais. Abriram-se fendas nos aluviões, em grande quantidade e bastante profundas, que deitaram água carregada de areia durante o abalo principal e por ocasião das principais réplicas (15). Na figura 2 está representada uma carta de isossistas deste sismo. A comparação desta carta com a do sismo de 1531, representada na figura 1, revela que a área onde se verificam maiores estragos (grau IX - X) foi muito maior em 1531 do que em 1909, pelo que se atribui ao sismo de 1531 um valor da magnitude superior ao de 1909.		
1969	02 h 41 m	Paderne, Bensafrim, V. do Bispo e Sagres Aljezur, Castro Marim, Lagoa, Portimão, Armação de Pera, Lagos e Quarteira Lisboa	VIII VII - VIII VI	36,0° N; 10,6° W Mag: 7-8
		Foi sentido em todo o Território de Portugal Continental e Espanha.		

PORTUGAL NA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

(FÍSICA)

FILIPE DUARTE SANTOS*

SUMMARY

It is shown that the portuguese maritime explorations of the XV and XVI centuries were made possible through scientific developments in navigational methods and nautical astronomy. The first geophysicists were probably portuguese navigators who produced detailed maps of magnetic declination of the Atlantic and Indian Oceans. The history of physics in Portugal from the XVI century to the XIX century is briefly reviewed. The main factors that induced stagnation or progress are discussed. It is shown that portuguese scientist made important contributions to physics and astronomy during that period but their activity was mainly conducted outside the country. Finally the social, economic and cultural implications of development in physics are discussed.

I - INTRODUÇÃO

Nesta comunicação procuro situar Portugal na história da ciência e na actual dinâmica do desenvolvimento científico. A metade ocidental da Europa surge na história mundial como herdeira da civilização Greco-Romana. Este facto resultou, em grande parte, da personalidade

* Departamento de Física da Universidade de Lisboa.