

Peixoto e a Física do Clima

Miranda PMA¹

¹Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, IDL (Instituto Dom Luiz, Laboratório Associado)



José Pinto Peixoto

JOSÉ PINTO PEIXOTO nasceu em 9 de novembro de 1922 na aldeia de Miuzela, concelho de Almeida, distrito da Guarda. Filho de professores primários, realiza os seus estudos secundários em Lisboa, no liceu Gil Vicente, com o apoio do Instituto do Professorado Primário. Apesar da separação resultante dessa vinda para Lisboa, manterá sempre uma forte ligação à sua terra de origem. No liceu Gil Vicente destaca-se com um excelente desempenho escolar, interessando-se especialmente pela matemática. Terminado o liceu, ingressa na Faculdade de Ciências de Lisboa, onde termina a licenciatura em Ciências Matemáticas em 1944.

Em 1945 surge-lhe uma oportunidade de trabalho, que o obriga a uma mudança da sua área de interesse. A um estágio no Instituto Geofísico do Infante D. Luís, segue-se o ingresso no Serviço Meteorológico Nacional (SMN), quando da sua criação em 1946. A sede do SMN localizava-se então em Lisboa, na freguesia de Santa Isabel, a escassas centenas de metros da Escola Politécnica, permitindo uma estreita colaboração entre as duas instituições, ambas então dirigidas por Herculano Amorim Ferreira, Físico e Professor catedrático da FCUL.

Entre 1946 e 1952, Peixoto dedicou-se completamente ao estudo da Física e da Meteorologia, completando, nesse ano de 1952, a licenciatura em Ciências Geofísicas, após o que ingressará nos quadros da Faculdade de Ciências como Assistente Extraordinário. Uma grande parte da sua atividade continuará, no entanto, a realizar-se no SMN, onde assume um papel fundamental na formação de quadros e dá origem à Divisão de Estudos que dirigirá até 1974.

Na Faculdade de Ciências, Peixoto assume rapidamente grandes responsabilidades no ensino da Meteorologia. Amorim Ferreira, diretor do SMN e do Instituto Geofísico, tem pouco tempo para se dedicar ao ensino e transfere progressivamente a regência efetiva das cadeiras para o seu assistente. Peixoto, dotado de uma excelente preparação matemática, dedica-se a essa tarefa com grande entusiasmo, renovando o estilo de ensino praticado.

Em 1954, uma bolsa da Academia das Ciências permite-lhe realizar uma estadia de dois anos nos Estados Unidos da América, onde fará a preparação dos trabalhos que vão constituir a sua tese de doutoramento [Peixoto 1958], a defender na Universidade de Lisboa, e que constituirá o ponto de partida para uma colaboração com a ciência americana, que será a chave fundamental do seu sucesso futuro.

O Ano Geofísico Internacional de 1958

Entre 1954 e 1956, Peixoto estuda no Massachusetts Institute of Technology (MIT) onde se integra na equipa de Victor Starr, então responsável pelos primeiros estudos sistemáticos da circulação global da atmosfera. Starr é um dos grandes nomes da Física da Atmosfera no século XX. Nas décadas de 1950 e 1960 reuniu em torno de si uma escola de cientistas, em que se incluíram Peixoto, Edward Lorenz, Barry Saltzman e Abraham Oort, que viriam a ser responsáveis por importantes contribuições para a Teoria da Circulação Global da Atmosfera.

O MIT é então o centro de um conjunto de projetos de investigação concebidos e dirigidos por Starr, cujo objetivo é a compreensão das características fundamentais da circulação global da atmosfera. A rede global de observação meteorológica é ainda incipiente. Em 1958 a comunidade internacional lança uma grande campanha de observação e exploração do nosso planeta, abrangendo todas as áreas da Geofísica, que irá dar origem ao atual sistema de observação contínua. O grupo do MIT toma em mãos a tarefa de analisar o grande volume de dados que começa a ser disponibilizado. Peixoto encarrega-se do estudo do ciclo da água à escala global, desenvolvendo uma metodologia de análise

totalmente baseada em dados de sondagens atmosféricas. O resultado desse estudo é a produção dos primeiros mapas globais do transporte de água pela circulação atmosférica [Starr & Peixoto 1958] cuja importância veio a ser reconhecida pelos artigos que foi convidado a publicar nas revistas *Scientific American* [Peixoto & Ketanni 1973] e *La Recherche*.

Os estudos da circulação global da atmosfera

Na sequência da investigação sobre o ciclo da água, Peixoto vira-se para o estudo de outras variáveis meteorológicas. Starr interessava-se muito pelo problema do balanço do momento angular atmosférico, em especial pela explicação dos mecanismos responsáveis pela ocorrência e manutenção dos máximos da velocidade do vento médio na alta troposfera das latitudes médias – as correntes de jato – descobertas na década de 1940. Starr mostra a existência de mecanismos de transferência de energia das pequenas para as grandes escalas, ao contrário do que é observado em escoamentos turbulentos laboratoriais. Em 1962, Starr e Peixoto sugerem que esses mecanismos podem ser relevantes noutros sistemas físicos, em particular na dinâmica de galáxias [Starr & Peixoto 1962].

Nas décadas seguintes, Peixoto estabelece uma estreita colaboração com Abraham Oort, no *Geophysical Fluid Dynamics Laboratory* (GFDL), em Princeton, que dará origem à publicação de diversos trabalhos de grande impacto, sobre a circulação atmosférica. Nestes trabalhos fazem uma análise sistemática e muito cuidadosa dos ciclos globais de energia [Peixoto e Oort 1974], momento angular [Oort & Peixoto 1983], e entropia [Peixoto et al. 1991] que se tornam obras de referência desta área. São também da sua autoria alguns estudos sobre a variabilidade interanual do clima. A frutuosa colaboração e amizade entre Peixoto e Oort durará até à morte do primeiro.

Nas décadas de 1960 e 1970 são desenvolvidos os atuais modelos de circulação global da atmosfera, que virão a transformar-se nas principais ferramentas de previsão do tempo e de investigação da dinâmica da atmosfera e do Clima. O desenvolvimento desses modelos exige dados precisos sobre a circulação média observada e ideias claras sobre os mecanismos físicos que devem ser incluídos e os balanços globais que devem ser satisfeitos. O sucesso desses modelos vai dever muito ao trabalho de diagnóstico da circulação global iniciado por Starr na década de 1950 e continuado por Peixoto e colaboradores, nas décadas seguintes.

Ensino e investigação em Portugal

Desde a sua primeira estadia no MIT até à morte, Peixoto mantém uma colaboração permanente com a ciência americana, com visitas anuais prolongadas, primeiro ao MIT, mais tarde à *Atmospheric Environment Research* (AER) e ao GFDL. Nestas



Figura 1 - Peixoto (centro) em 1963, com Jules Charney (esquerda) e Barry Saltzman (direita). Massachusetts, USA.

universidades, em paralelo com a atividade de investigação, leciona cursos de pós-graduação em Meteorologia.

Em Lisboa, Peixoto toma conta do ensino da Meteorologia e, mais tarde, da Termodinâmica. Nas suas aulas introduz muito do estilo e da qualidade do ensino pós-graduado com que tinha contactado no MIT. O curso de Meteorologia torna-se uma oportunidade para ensinar muitos tópicos de Física e de Matemática que sempre o interessaram e que não faziam parte dos cursos então lecionados nos primeiros anos da licenciatura. Promove igualmente o ensino da Hidrologia e da Oceanografia Física. Devido ao seu estilo muito próprio, estabelece com a maioria dos seus alunos uma relação próxima e estimula o interesse pelo estudo da atmosfera e do clima.

Em 1969, Peixoto é empossado como vice-Reitor da Universidade de Lisboa, cargo que ocupa até 1973. Os tempos, no entanto, não são favoráveis para as mudanças que a sua experiência como cientista parecia justificar. A partir de 1970, assume a direção do Instituto Geofísico do Infante Dom Luiz, atual Instituto Dom Luiz, tentando renovar a influência desta instituição na geofísica portuguesa. Em 1975, lança, juntamente com Luís Mendes Victor, o Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa, local onde se irá integrar, nas duas décadas seguintes, uma geração de novos geofísicos, cuja formação será profundamente marcada pelo contacto com Peixoto.

A partir de 1980, e até 1996, Peixoto assume a presidência da Classe de Ciências da Academia das Ciências de Lisboa e, em anos alternados, a presidência da Academia. Entretanto, vai dividindo o seu tempo entre a Faculdade de Ciências, o Instituto Geofísico, a Academia e colaborações com outras universidades portuguesas: em especial a Universidade da Beira Interior, que ajudou a criar, a Universidade Nova, de cuja Comissão Instaladora fez parte, e a Universidade do Algarve. Continua a passar nos Estados Unidos da América pelo menos dois meses por ano, onde mantém projetos de investigação em colaboração com Oort. Esta atividade intensa será mantida até às vésperas da morte inesperada em 6 de dezembro de 1996. Nesse mesmo mês, é publicado no *Journal of Climate*, o seu último artigo, sobre a Climatologia da Humidade Relativa [Peixoto & Oort 1996].

A mudança climática

Peixoto focou sempre o seu trabalho na análise de dados observacionais, não tomando parte direta na evolução da meteorologia no sentido da simulação numérica, que viria a dar origem aos atuais modelos de previsão meteorológica e climática. O seu instituto de acolhimento em Princeton, o GFDL, foi, no entanto, a instituição pioneira no desenvolvimento dos modelos de circulação global da atmosfera e do oceano, sob direção de Joe Smagorinsky. Quando em 1981 Peixoto organizou em Lisboa a conferência comemorativa dos 200 anos da Academia das Ciências de Lisboa [Saltzman 1983] a mudança climática ocupou um papel central, incluindo a apresentação de uma conferência por Syukuro Manabe, autor do primeiro estudo consistente do impacto da duplicação do CO₂ sobre o clima da Terra [Manabe & Wetheral 1967], prémio Nobel da Física em 2021.



Figura 2 - Conferencistas no Symposium sobre a Teoria do Clima, Lisboa, 1981

A Física do Clima

A partir do início da década de 1980 Peixoto dedicou muito do seu tempo à preparação de uma síntese do trabalho de investigação que realizou ao longo de toda a sua vida. Nessa síntese, pretendia reunir uma grande parte dos resultados obtidos na análise da circulação global da atmosfera e também muitas das notas que tinha vindo a acumular em inúmeros cursos de pós-graduação lecionados nos Estados Unidos e em Portugal. Em 1984 é convidado para publicar um longo artigo de revisão na *Reviews of Modern Physics* intitulado "*Physics of Climate*" cujo sucesso dará origem, em 1992 ao livro *Physics of Climate*, publicado pelo *American Institute of Physics*. O livro torna-se rapidamente numa obra de referência em Meteorologia e Climatologia, mantendo-se ainda hoje como uma das sínteses de referência no estudo da circulação atmosférica.

O trabalho de Pinto Peixoto foi por diversas vezes reconhecido. Em 1960 foi-lhe atribuído o Prémio Artur Malheiros (Academia das Ciências); recebeu por duas vezes, em 1989 e 1993, o Prémio Boa Esperança; e ainda em 1993, foi agraciado com a Grã-Cruz da Ordem de Santiago de Espada. Nesse mesmo ano foi convidado para proferir a Lição em memória de Starr no Massachusetts Institute of Technology.

Nas palavras de dois amigos e colaboradores de longa data, Oort (GFDL, Princeton) e Saltzman (Yale University):

Besides his legacy as a prolific and highly creative scientist, as well as an inspiring teacher for many generations of students in

Portugal and the United States, José Peixoto will always be remembered by his great qualities. His warmth, sense of humor, and unpretentiousness endeared him to his many colleagues worldwide, particularly in Portugal, and at MIT, AER, and GFDL, where he spent most of his time abroad. As Edward Lorenz of MIT noted, whenever José entered a room the entire atmosphere would immediately brighten. We will all miss his phenomenal energy, enthusiasm, optimism, insight, and curiosity about the world at large.

À data da sua morte, em 6 de dezembro de 1996, Peixoto deixa publicados mais de 50 artigos em revistas internacionais referenciadas, inúmeros textos e livros de divulgação em português e um dos principais livros de referência sobre o Clima. O seu trabalho na Faculdade de Ciências permitiu desenvolver diversas áreas das Ciências Geofísicas, contribuindo para fazer desta escola um dos locais por excelência para o estudo da Terra.

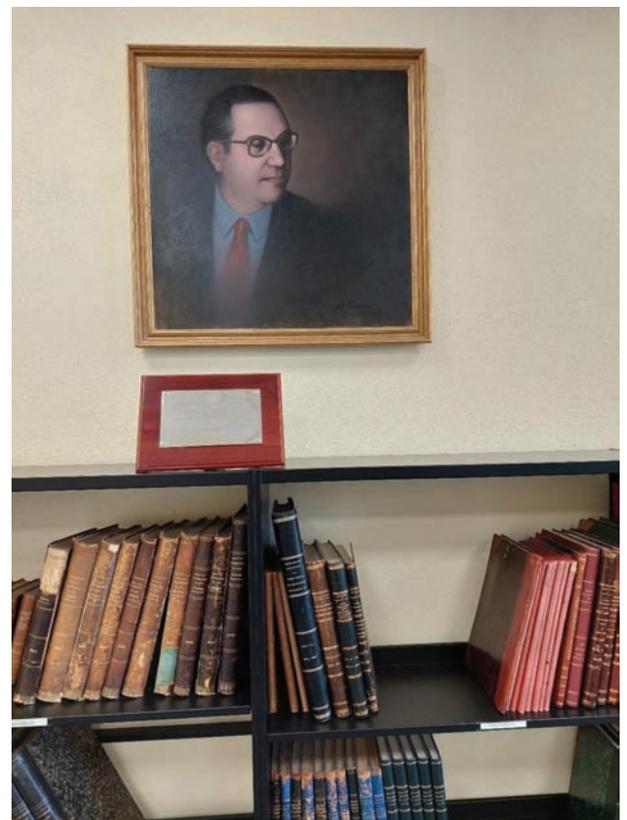


Figura 3 - Retrato de José Peixoto na biblioteca do IDL, pintura de Alves de Sousa (2009).

Agradecimentos

Este texto foi adaptado de "Miranda PMA, Mendes Victor L (2001) José Pinto Peixoto (1922-1996) A Física do Clima, in Memórias de Professores Cientistas, Simões AI (ed), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa".

Referências Bibliográficas

- [1] Manabe S, Wetherald RT (1967) Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 24, 241-259. doi:10.1175/1520-0469(1967)024<0241:teotaw>2.0.co;2.
- [2] Oort AH, Peixoto JP (1983) Global angular-momentum and energy-balance requirements from observations, *Advances in Geophysics*, 25, 355-490.
- [3] Oort AH, Saltzman B (1997) José Pinto Peixoto, EOS, American Geophysical Union, 520.
- [4] Peixoto JP (1958) Contribuição para o Estudo da Energética da Circulação Geral da Atmosfera. *Contribution to the Study of the Energetics of the General Circulation of the Atmosphere*. Tese de Doutoramento na Univ. Lisboa: 183pp.
- [5] Peixoto JP, Ketanni MA (1973) *The control of the water cycle*, Scientific American, 228, 46-61, doi: 10.1038/scientificamerican0473-46
- [6] Peixoto JP, Oort AH (1974) *The annual distribution of atmospheric energy on a planetary scale*, *Journal of Geophysical Research*, 79, 2149- 2159, doi:10.1029/JC079i015p02149.
- [7] Peixoto JP, Oort AH (1982) *Physics of Climate*, American Institute of Physics, 520pp.
- [8] Peixoto JP, Oort AH (1996) *The climatology of relative humidity in the atmosphere*, *Journal of Climate*, 9, 3443-3463, doi:10.1175/1520-0442(1996)009<3443:TCORHI>2.0.CO;2
- [9] Peixoto JP, Oort AH (1984) *Physics of Climate*, *Reviews of Modern Physics*, 56, 365-429, doi: 10.1103/RevModPhys.56.365
- [10] Peixoto JP, Oort AH, De Almeida M, Tomé A (1991) *Entropy budget of the atmosphere*, *Journal of Geophysical Research*, 96(D6), 10981-10988, doi:10.1029/91JD00721.
- [11] Saltzman B, ed (1983) *Theory of Climate, Proceedings of a Symposium Commemorating the Two-Hundredth Anniversary of the Academy of Sciences of Lisbon*, *Advances in Geophysics*, 25, Academic Press.
- [12] Starr VP, Peixoto JP (1958) *On the Global Balance of Water Vapor and the Hydrology of Deserts*, *Tellus*, 10:2, 188-194, doi: 10.3402/tellusa.v10i2.9237
- [13] Starr VP, Peixoto JP (1962) *Certain basic processes and their counterparts in celestial mechanics*, *Geofisica Pura e Applicata*, 51, 171-183, <https://doi.org/10.1007/BF01992659>



Pedro M A Miranda, é Professor catedrático da Universidade de Lisboa, Diretor do Instituto Dom Luiz. PhD em Meteorologia na Universidade de Reading (UK, 1991). Tem realizado investigação em diversas áreas de Meteorologia, Clima e Oceanografia, em geral com recurso a modelos numéricos ou a modelos

teóricos, incluindo estudos sobre a dinâmica de ondas internas na atmosfera, processos de interação atmosfera-oceano, processos de mudança climática e determinação da distribuição de vapor de água em tempestades com novas técnicas de deteção remota.

ORCID: 0000-0002-4288-9456

<https://scholar.google.pt/citations?user=UWqW9PEAAAAJ&hl=pt-PT>