

A pesquisa de aerossóis no estado da Bahia (Brasil): notas históricas sobre um projeto interrompido

The research of aerosols in the State of Bahia (Brazil): historical notes on an interrupted project

AURINO RIBEIRO FILHO

Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia (UFBa) / Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBa/UEFS)

RESUMO: O projeto de pesquisa sobre a física dos aerossóis atmosféricos, desenvolvido no estado da Bahia (Brasil), no início dos anos setenta do século XX, por um grupo de pesquisadores do Laboratório de Fracas Radioatividades (atual Laboratório de Física Nuclear Aplicada) do Instituto de Física da UFBA (IF-UFBA), é discutido com o fito de analisar as possíveis causas que induziram a sua descontinuidade posteriormente. Por um lado, verifica-se a importância daquelas pesquisas, visto terem sido as mesmas precursoras, no Brasil, na busca de um estudo sistemático da origem e composição química de precipitações atmosféricas nas regiões do Recôncavo Baiano e Bacia do Paraguaçu – Bahia. Um outro aspecto relevante seria a possibilidade de, no futuro, comparar dados experimentais, os quais serviriam como um relato da evolução das condições ambientais.

O objetivo do presente trabalho é discutir alguns aspectos que contribuíram para a completa desativação do grupo de pesquisa de aerossóis, bem como alguns fatos que talvez tenham levado à desistência de todos os seus participantes que migraram para outros ramos de pesquisa, apesar da notória relevância do mencionado projeto.

Palavras-chave: Aerossóis; Precipitações atmosféricas; Instituto de Física da UFBA; Geofísica Nuclear.

ABSTRACT: The research project on the Physics of atmospheric aerosols, in the State of Bahia (Brazil) developed in the beginning of the 1970's by a group of researchers of the Laboratory of Weak Radioactivities (current Laboratory of Applied Nuclear Physics), of the IF-UFBa, aims to analyze the possible causes that had induced its discontinuity later. It is noticeable the importance of that research, which had been precursory in Brazil in the search of a systematic study of the origin and chemical composition of atmospheric precipitations in the region of Recôncavo and at the Basin of the Paraguaçu-Bahia. One another excellent aspect of that would be the possibility of comparing the experimental data in the future, which would serve as a story of the evolution of the environment conditions.

The aim of the present work is to discuss some aspects that contributed to the complete deactivation of the aerosols' research group, as well as, to some facts that had perhaps led all its members to given it up and move to other research areas, despite the well-known relevance of the mentioned project.

Key words: Aerosols; Atmospheric precipitations; Institute of Physics UFBA; Nuclear Geophysics.

Introdução

Apesar de, no hemisfério norte, terem sido realizadas várias pesquisas sobre a composição química de precipitações atmosféricas para o estudo do meio ambiente, nos anos setenta do século passado, poucas eram as referências dessas análises nas regiões do hemisfério sul, particularmente no Brasil.

Entre os mais abundantes elementos químicos presentes na atmosfera, destacam-se o sódio (Na^+), magnésio (Mg^{++}), cálcio (Ca^{++}) e potássio (K^+), que são trazidos ao solo em forma de aerossóis (finas partículas sólidas ou líquidas em suspensão na atmosfera, que podem ter distintas composições físico-químicas e apresentam dimensões inferiores a 100 micra). Essas partículas participam da circulação atmosférica e constituem os núcleos de condensação, importantes na formação das nuvens. Na atualidade, os estudos em torno dessas partículas têm ensejado diversas ações governamentais em diferentes países, visto que os chamados aerossóis urbanos contribuem negativamente para o meio ambiente, no que concerne às emissões de vários poluentes através de inúmeras fontes, a exemplo de veículos, que favorecem a presença, em larga escala, de tais agentes de poluição na atmosfera dos grandes centros urbanos. A preocupação com a saúde da população tem sido um dos motivos para o desenvolvimento de pesquisas em torno do meio ambiente, entretanto o que mais chama a atenção nesses estudos é o ainda precário conhecimento sobre o comportamento dos mencionados aerossóis, bem como sobre a influência dos mesmos em termos regionais ou globais.

É claro que os aerossóis também apresentam outras características que são benéficas aos seres humanos, dentre as quais ressalta-se o seu papel no controle do aquecimento médio do nosso planeta. Muitos dos problemas de interesse na Meteorologia Química, Ecologia, Geofísica, Educação Ambiental e ciências afins dependem, fundamentalmente, do comportamento físico-químico dos aerossóis. Vale salientar que um desses é a determinação da quantidade de materiais poluentes na atmosfera, transportados sobre as superfícies oceânicas e ali depositados. Para a sua elucidação, muitos esforços têm sido feitos na procura de se caracterizar o típico aerossol marinho, e, para isto, as melhores regiões do globo, àquela época, de acordo com as pesquisas realizadas por Chesselet *et alii*,¹ estavam situadas no hemisfério sul, onde existiam fracas contaminações terrestres nas massas de ar oceânicas.

Um outro aspecto importante foi a verificação de que uma grande quantidade dos sais dissolvidos nos rios tem origem marinha, em decorrência da transferência de partículas da superfície do mar para a atmosfera. Juntamente com as chuvas, esses aerossóis são precipitados e transportados através dos rios, somando-se aos produtos de erosão das rochas e solos. Verifica-se que parte desses aerossóis é fixada pelos solos, influenciando a sua fertilização.

No projeto desenvolvido no estado da Bahia, a finalidade era estudar o comportamento dos aerossóis trazidos pelas precipitações secas e úmidas na Bacia do Paraguaçu e no Recôncavo Baiano. Foram analisadas as concentrações existentes dos quatro elementos químicos citados, calculando os seus fluxos ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$) e razões iônicas nos diversos locais escolhidos, correlacionando-os às direções dos ventos e às distâncias da costa. Por fim, mostrou-se a possibilidade de se inferir as origens para os elementos ali precipitados.

O objetivo do presente trabalho é discutir alguns aspectos que contribuíram para a completa desativação do grupo de pesquisa de aerossóis atmosféricos, do Instituto de Física da UFBA, bem como relembrar as discussões que talvez tenham forçado todos os seus membros a migrarem para outras áreas de pesquisa. Após tantos anos, o que se pode inferir é que algumas questões políticas internas e o embate entre distintas concepções de como se conduzir as pesquisas no ramo da Geofísica Nuclear

tenham implicado na finalização dos trabalhos de um grupo que desenvolvia pesquisas que se tornariam tão necessárias e relevantes na atualidade.

O Instituto de Física

Em 1941, com a instalação da Faculdade de Filosofia da Bahia (FFB), graças à liderança de Isaías Alves de Almeida, iniciaram-se os primeiros movimentos em torno da criação de um curso de Física, na Universidade da Bahia (UBa) de então, a fim de graduar licenciados e bacharéis nessa área do conhecimento. Em 1952, foi realizado o primeiro vestibular, em que surgiu o primeiro candidato, o já graduado como engenheiro agrônomo, Álvaro da Silva Ramos. Até o final dos anos cinquenta do século passado, quando a FFB já estava incorporada à UBa como Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL), o desenvolvimento da pesquisa, da pós-graduação e da extensão era muito incipiente, apesar dos esforços de alguns pequenos grupos, a exemplo de Letras, História e Geografia. No caso da Física e da Matemática, o quadro era vexatório. Foi a partir do início dos anos sessenta do século XX que se deu a fundação, na Universidade, do Instituto de Matemática e Física (IMF), cuja história tem sido destacada em várias publicações em recentes anos.² Em 1965, o físico e engenheiro civil José Walter Bautista Vidal foi indicado para chefiar o setor de Física do IMF. Graças à sua percepção de que o estado da Bahia apresentava um grande patrimônio geológico e geofísico, o citado físico, em conjunto com outros discípulos – alguns vindos de outros centros, como a Universidade de São Paulo (USP) e o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) – iniciaram um convênio com a Empresa Brasileira de Petróleo S.A. – PETROBRÁS – que culminaria com o patrocínio do Primeiro Curso Básico de Geofísica para engenheiros e técnicos da mencionada empresa petrolífera. Tal iniciativa viria a influenciar fortemente a fundação do PPPG (atual Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica e Geologia da UFBA). Em depoimento de 1985, Bautista Vidal relembra: “Logo que assumi a chefia [...] fui a São Paulo e consegui convencer doze físicos para virem para a Bahia. O campo da pesquisa em Geofísica era o grande impulsionador [...]. Na época encarregaram-me da elaboração de um Plano de Desenvolvimento de Ensino e da Pesquisa em Física do Nordeste. Deste Plano surgiram os recursos que permitiram cobrir, parcialmente, a contratação do grupo de São Paulo [...]”.

Dentre os membros do citado grupo, destacava-se o físico baiano Humberto Siqueiros Rodrigues Tanure, que se tornaria mais tarde o diretor do Instituto de Física da UFBA, (IF-UFBA), ajudando a criar o setor de Geofísica Nuclear do PPPG. Tanure bacharelou-se em Física, na Universidade de São Paulo, em 1963, e foi assistente de pesquisas do físico brasileiro César Lattes nas experiências de emulsões nucleares, junto ao grupo de pesquisas em raios cósmicos de altas energias, na Bolívia. O prédio principal do Instituto de Física, inaugurado em julho de 1971, compreendia uma área total de 5200m², da qual 220m² estavam destinados às atividades do PPPG. Essa área incluía quatro salas de pesquisadores, sala de alunos e secretaria administrativa do Programa. No mesmo prédio funcionavam, atendendo também ao PPPG, biblioteca, oficinas de mecânica-carpintaria, trituração de amostras e vidraria.

O PPPG e as pesquisas em Geofísica na Bahia

No período 1964-1968, alguns jovens físicos, liderados por Bautista Vidal e instalados no IMF, conseguiram recursos financeiros para a implementação das primeiras pesquisas em Geofísica no estado da Bahia. Para isto foram decisivos os convênios assinados com a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), com o Centro de Aperfeiçoamento de Pesquisa do Petróleo (CENAP), da PETROBRÁS, e com a United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO). As primeiras realizações foram: contratação de físicos oriundos da USP e do CBPF; e organização de um curso de pós-graduação *lato sensu*, de dois anos, para a formação de geofísicos que vieram trabalhar para a PETROBRÁS. Nesse curso, os físicos e matemáticos do IMF se responsabilizaram pelas disciplinas de suas respectivas áreas de conhecimento. Graças ao êxito deste primeiro curso e à receptividade da mencionada empresa petrolífera, o grupo conseguiu, com a ajuda da UNESCO, contratar pesquisadores estrangeiros com experiência em pesquisas no ramo da Geofísica Nuclear, a exemplo do professor Jacques Labeyrie, que era Diretor do *Service d'Electronique Physique*, do Centro de Estudos Nucleares de Saclay, em Gif-sur-Yvette, na França; e da Dra. Claude Lalou, Chefe de Pesquisas no *Centre de Faibles Radioactivités*, na mesma cidade francesa. Ambos, junto com o físico Bautista Vidal, escreveram o “Projeto de desenvolvimento de um laboratório de fracas radioatividades”, apresentado ao Departamento de Física, do IMF da UFBA, em 1967. Esse relatório marcou o início de uma profícua cooperação científica no LFR (atual LFNA). Mais tarde, os físicos Dr. Daniel Nordemann (francês), Dr. Patrick Buat-Menard (francês), Dr. G. Sieffermann (francês) e Dr. Jean-Louis Rapaire (de Mônaco) desenvolveriam um intenso trabalho de pesquisa em distintos tópicos de Geofísica Nuclear no citado laboratório.

Em setembro de 1968, junta-se ao grupo o professor paraense Dr. Carlos Alberto Dias,³ primeiro pesquisador com o título de Doutor em Geofísica no país, obtido na Universidade de Berkeley (USA). A vinda do citado físico mudaria definitivamente o cenário científico no Instituto de Física. Com uma visão e força de trabalho bastante singulares, ele conseguiu aglutinar muitos docentes e alunos, jovens e antigos, em torno da formação de um programa de pesquisa e pós-graduação, cuja principal característica era a junção de esforços entre os professores do Instituto de Física e do Instituto de Geociências da recém-reformada Universidade Federal da Bahia (UFBA). Em 1969, é criado o PPPG (Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica que, mais tarde, incluiria a Geologia), sob a coordenação do citado geofísico, que se tornaria, nos próximos cinco anos, o mais importante centro de pesquisas geofísicas do País. Em 1974, havia nove grupos de pesquisas: (1) Geocronologia Nuclear; (2) Espectrometria Nuclear; (3) Espectrometria de Massa; (4) Exploração Mineral; (5) Hidrodinâmica dos Meios Porosos; (6) Instrumentação; (7) Geofísica Marinha; (8) Geologia Marinha; e (9) Depósitos Minerais. Os três primeiros grupos constituíam o Setor I (Geofísica Nuclear); os quatro seguintes, o Setor II (Geofísica Aplicada); e os dois últimos, o Setor III (Geologia). Nesse e em outros documentos escritos por Dias, ele sempre omitiu o grupo de Física dos Aerossóis Atmosféricos, objeto de nossa discussão.

No “Relatório das atividades do programa desde a sua criação (1969/1974)”, apresentado por Dias à assembléia da I – REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE GEOFÍSICA (RELAG-I), realizada em Salvador – Bahia, no período de 16 a 20 de setembro de 1975, ele escreveu:

Em 1964, um grupo de jovens físicos de diversas procedências, instalou-se na Universidade Federal da Bahia, sob a influência das primeiras idéias,⁴ com o propósito de implantar ali a Geofísica. O esforço para criar uma unidade universitária de ensino de graduação em Física na Bahia absorveu praticamente a energia deste grupo nos anos que seguiram até 1968. Desta fase resultou o projeto de construção do atual Laboratório de Geofísica Nuclear,⁵

somente inaugurado em 3/1971, e as idéias que originaram o setor de Geofísica Nuclear do atual Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geofísica dessa Universidade.

No anexo ao citado documento, intitulado “Dados físicos sobre o programa de pesquisa e pós-graduação em geofísica da UFBA”, há uma breve descrição sobre o “Laboratório de Geofísica Nuclear”:

Esta unidade foi inaugurada em 01.03.1971 e pertence ao Instituto de Física. Compreende uma área total de 1050 m² e nela estão instalados os seguintes laboratórios: (1) Laboratório para determinação do Carbono-14, com sala para preparação e purificação de amostras, e sala para contagem da atividade do C-14; (2) Laboratório para espectrometria nuclear, com sala para preparação de amostras e salas para as seções de medidas de espectrometria alfa e gama; (3) Laboratório para espectrometria de massa, com sala de amostras e sala para medidas de espectrometria de massa; (4) Laboratório para medidas de absorção atômica. Ainda nesta unidade existem: sala para liquefator de nitrogênio, oficinas de eletrônica, e sete salas para pesquisadores.

Nesse relato, a coordenação do PPPG não fez nenhuma menção sobre o principal objetivo do laboratório setorial de absorção atômica, que era a realização de medidas das amostras de águas de precipitações atmosféricas do Recôncavo Baiano e da Bacia do Paraguaçu, regiões onde atuavam os pesquisadores de aerossóis. O espectrômetro de absorção atômica foi adquirido pelo grupo de aerossóis para tal finalidade. Nos anos de 1969-1970, o citado programa registraria alguns êxitos, a exemplo do crescimento rápido nos distintos campos de atividade, além do incremento na pesquisa, os aspectos de institucionalização do ensino pós-graduado, planejamento, organização, aquisição de equipamentos e contratação de novos pesquisadores, graças ao renovado apoio do então Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), da Comissão de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e da UNESCO (Projeto BRA-34). A Câmara de Pós-graduação e Pesquisa da UFBA, em 17 de março de 1972, instituiu o Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geofísica. No mesmo ano, em 22 de agosto, o CNPq reconheceu o PPPG como centro de excelência, para conduzir pesquisas em Geofísica nos níveis de mestrado e doutorado. Até 1974, o PPPG conseguiria contar com dez doutores (oito em Geofísica e dois em Geologia) e dezessete mestres (onze em Geofísica e seis em Geologia). O corpo docente dos cursos de pós-graduação era constituído por pesquisadores com o grau de doutor e por quatro outros (do setor de Geofísica Nuclear) em função docente auxiliar, e que eram identificados como “BSc com experiência”, nos documentos do mencionado Programa. Em 1974, o corpo discente era constituído por dez candidatos ao doutorado em Geofísica e quarenta e seis candidatos ao mestrado, sendo seis em Geociências – opção Sedimentologia/Geologia Marinha. A produção acadêmica ainda era pequena, com quatro artigos publicados, uma patente de invenção registrada, seis outros artigos aceitos para publicação e quinze dissertações de mestrado concluídas, sendo onze em Geofísica e quatro em Geologia.

O grupo de física dos aerossóis

A figura central do grupo era Humberto Tanure⁶, que se transferiu para a UFBA em 1965, com o fito de integrar a equipe que fundou o grupo de Geofísica. Ele participou da instalação da reforma universitária de 1968 e da criação do IF-UFBA. Em 1969, trabalhou no Laboratório de Fracas Radioatividades, em Gif-sur-Yvette, França, estudando aerossóis e técnicas nucleares gerais. No seu retorno ao IF-UFBA e com a instalação do Laboratório de Fracas Radioatividades (atual LFNA), Tanure cria o grupo de Física dos aerossóis atmosféricos, tendo como primeiro pesquisador-visitante o Dr.

Patrick Buat-Menard, de Gif-sur-Yvette, contratado pela UNESCO, que ajudaria na instalação do laboratório setorial de pesquisas e projetos associados ao mesmo, onde permaneceu por dois anos, até março de 1973. Em depoimento para o projeto “Memória do IF-UFBA”⁷, ele lembrou alguns de seus passos na direção da pesquisa em aerossóis, bem como pontificou suas divergências sobre a opção-Geofísica e os físicos.

O meu trabalho na França, nos anos 1969-1970, foi na área dos aerossóis naturais, sobretudo os de origem marinha. O Laboratório onde estive tinha feito nas décadas de cinquenta e sessenta (século XX) inúmeros trabalhos sobre aerossóis radioativos, oriundos das explosões nucleares na atmosfera, que permitiram o estudo da estrutura da atmosfera em nível global. Com o final destes testes a atenção se voltou para os aerossóis naturais, com o intuito de se estudar o ciclo geoquímico dos elementos [...]. Na minha volta fiz alguns trabalhos neste campo, até ser tragado por completo pelas tarefas burocráticas [...]. Publicamos uns dez artigos, todos esquecidos. Porém o grave é que não ficou nada no meio ambiente, nenhum interesse difundido, nenhuma técnica adquirida. Nunca ouvi um grupo de professores ou alunos conversando nos corredores (do Instituto) sobre o assunto [...]. Os atritos entre o Instituto de Física e o PPPG, que durante a minha gestão assumiram, por vezes, grandes discussões, se originaram basicamente da desproporção entre as dimensões efetivas daquele Programa e seu precário estatuto legal na Universidade. Também os contornos entre as entidades eram muito mal definidas, o que dava origem a inúmeros conflitos de autoridade [...] Ainda mais, naquela época havia uma grande urgência de se crescer, de queimar etapas, e neste processo o professor Dias, líder do Programa, freqüentemente botava os pés pelas mãos [...].

No período 1971-1973, o grupo conseguiu atrair três estudantes de mestrado: Tereza Sakai, graduada em Física pela USP, Arlindo Amado Filho e Aurino Ribeiro Filho, ambos graduados em Física pela UFBA. O setor de Geofísica Nuclear, àquela época, congregava a maioria dos físicos, além de um engenheiro eletricitista e um geólogo. Instalados no LFNA, esses discentes iniciaram os seus projetos de pesquisa, com vistas à obtenção do mestrado. Eles contavam com a cooperação dos professores do IF-UFBA, Jean-Marie Flexor (geocronologia do Carbono 14), Roberto Max de Argollo (espectrometria gama), Antônio Expedito de Azevedo (espectrometria de massa) e Humberto Tanure (aerossóis), os quais eram, segundo os documentos do PPPG, bacharéis com experiência, pois se especializaram, fora da Bahia, em distintas técnicas nucleares e, portanto, auxiliavam na orientação dos mais jovens. Posteriormente, todos eles se afastaram para a obtenção do doutorado.

Para as medidas da concentração dos componentes químicos (Na, Ca, Mg e K) nas amostras de precipitações atmosféricas nas regiões do Recôncavo Baiano e da Bacia do Paraguaçu, foi estabelecido um convênio com o Departamento Nacional de Meteorologia – IV Distrito, a fim de instalar coletores (pluviômetros) em sete estações meteorológicas situadas nas seguintes cidades do estado da Bahia: Salvador, Cruz das Almas, Serrinha, Jaguaquara, Itaberaba, Jacobina e Lençóis. Essas localidades limitam ou fazem parte da Bacia do Paraguaçu, que abrange a porção centro-oriental do mencionado estado, e ocupa uma área de aproximadamente 56.500km². Está localizada ao norte da Bacia de Contas, ao sul da Bacia do Rio Itapicuru, a leste da Chapada Diamantina e a oeste de bacias de rios que desembocam diretamente no Oceano Atlântico. As sete estações escolhidas estão situadas entre as coordenadas geográficas 38°31'21" W a 41°23'17" W e 11°11'08" S a 13°22' S. A escolha dessas regiões foi baseada nos seguintes aspectos: (i) conhecimento dos caracteres geomorfológicos e climáticos; (ii) baixo índice de poluição industrial; e (iii) constância na direção dos ventos que ali chegam. Essas características eram pré-requisitos importantes para o estudo dos aerossóis.

Foram instalados oito pluviômetros, de 0,165m² de superfície, na região, sendo dois na estação meteorológica de Salvador (para fins de controle) e um nas estações localizadas nas mencionadas cidades baianas. O período de amostragem estendeu-se por dois anos, a partir de maio de 1972. Os

pluviômetros foram fabricados em Salvador-Bahia e eram formados por um hemisfério de acrílico, superposto por uma coroa cilíndrica do mesmo material e de igual diâmetro, com 10cm de altura. Entre o hemisfério e a coroa era colocada, mensalmente, uma gaze cirúrgica de dupla espessura. Todo o conjunto era mantido a uma distância de um metro do solo, por um tripé metálico, revestido por pintura antioxidante. Um tubo de polietileno, com um centímetro de diâmetro, ligava a base do hemisfério a um garrafão de polietileno, com capacidade de 11 litros, que recolhia as águas da chuva. Os garrafões eram revestidos com papéis laminados, com o fito de reduzir os efeitos de evaporação, sendo os mesmos trocados pelos observadores (funcionários das estações meteorológicas) quando cheios. Nas visitas mensais, os pesquisadores mediam os volumes recolhidos, em seguida, retiravam de cada garrafão uma alíquota de um litro, que era colocada em frascos de polietileno de igual volume. Essas amostras, tão logo chegadas ao LFR, eram mantidas em temperatura de 4° C, a fim de evitar a evaporação e minimizar as trocas iônicas com as paredes dos mesmos. Para medir as concentrações dos mencionados elementos químicos, foi utilizado o método de espectrofotometria de absorção atômica.

Outro personagem importante na edificação do grupo de Física dos aerossóis foi Patrick Buat-Menard, que orientava as pesquisas realizadas pelos alunos de mestrado, no período de março de 1971 a fevereiro de 1973. No “Relatório de Atividades”,⁸ enviado à UNESCO em 18 de dezembro de 1972, ele afirma que iniciou os seus trabalhos em abril de 1971, vindo do Centre des Faibles Radioactivités (CFR), de Gif-sur-Yvette (França), onde trabalhava desde 1968, e a fim de efetuar o seu serviço militar, dentro do quadro da cooperação científica e técnica, teve a chance de ser destinado ao LFR na UFBA. No CFR ele trabalhou sob a liderança de Roger Chasselet em estudos sobre as trocas de matéria entre o oceano, a atmosfera e os continentes e, por conseguinte, o estudo da formação e da circulação de aerossóis marinhos. Então:⁹

Propus a criação de uma equipe de trabalho neste domínio de pesquisa ao Sr. H. S. Tanure que sendo interessado pelos trabalhos de nossa equipe, desde o seu estágio em Gif-sur-Yvette, aceitou dirigir esta equipe com a minha colaboração. Três estudantes se juntaram a nós no final de 1971 com o objetivo de preparar sua tese de “mestrado” sob minha orientação [...]. Nosso programa geral de trabalho pode se intitular: Estudo da composição química de precipitações secas e úmidas do Estado da Bahia.

Uma outra fonte que descreve sucintamente o trabalho desenvolvido pelos pesquisadores do grupo de aerossóis, àquela época, é o relatório do consultor da UNESCO, Dr. T. A. Rafter,¹⁰ que visitou o LFR no período de 30 de março a 30 de maio de 1973. Ele trabalhava no Department of Scientific and Industrial Research – Institute of Nuclear Sciences, em Lower Hutt (New Zeland). Na página 13 do relatório, ele indica “Staff and Students” (A.4 – Aerosols: Mr. Humberto Tanure, B.Sc; Mr. Aurino Ribeiro, B.Sc and Miss Teresa Sakai, B.Sc). Na página 18, ele faz uma descrição das atividades de cada membro do grupo. Na página 38, do mesmo relatório, ele descreve o projeto de aerossóis em detalhe, indica os objetivos: (a) Correlação entre razões iônicas e distância à costa e indica que o elemento Ferro poderia ser uma indicação de origem continental para os aerossóis; (b) Correlação entre razões iônicas e direção dos ventos e velocidade; (c) Correlação entre razões iônicas e chuvas (*rainfall*). Ele finaliza com outras sugestões sobre diferentes elementos que poderiam ser medidos, além de chamar a atenção sobre os cuidados que se deveria ter com a amostragem. Enfim, na sua visita ao LFR, Rafter verificou que existia, de fato, o referido grupo de pesquisas.

Alguns resultados

No período de 1971 a 1974, o grupo, formado por H. S. R. Tanure, P. Buat-Menard, A. Ribeiro Filho, T. Sakai e A. Amado Filho, coletou inúmeras amostras de águas de precipitações e de poeiras atmosféricas, que serviram para a obtenção de dados experimentais apresentados e discutidos em dissertações acadêmicas, congressos nacionais e internacionais, e publicações em revistas de circulação internacional.¹¹

Em julho de 1975, uma dissertação de mestrado,¹² orientada por Tanure e Buat-Menard, foi concluída, sendo examinada por Dr. Jean-Marie Flexor (IF-UFBa), Dr. Antônio Celso Spínola (Instituto de Química, UFBa) e Dr. Celso M. Q. Orsini, do Instituto de Física da USP, que, no relatório enviado ao coordenador do PPPG, em 22 de abril de 1975, escreveu:

Congratulo-me com o candidato por ter escolhido para as suas pesquisas científicas um tema que, afora seus aspectos atraentes, é de grande relevância na compreensão dos problemas das poluições ambientais em nossa terra, e isto se torna ainda mais significativo quando se sabe que o conhecimento sobre os aerossóis do ar atmosférico brasileiro é praticamente nulo [...]. Provavelmente os trabalhos do grupo do Prof. H. S. Tanure constituem-se nas únicas informações disponíveis no assunto; no mais, dispõem-se de dados sobre a matéria particulada total suspensa, por exemplo, no ar atmosférico de São Paulo.

Dentre os resultados divulgados, na referida dissertação, está a tabela dos fluxos médios ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$) da concentração dos quatro elementos químicos medidos por estação meteorológica:

Nº	Estação	Na	Mg	Ca	K
1	Salvador	9.44	1.18	1.31	1.04
2	C. Almas	2.24	0.33	0.34	0.28
3	Serrinha	1.44	0.24	0.46	0.22
4	Jaguaquara	0.60	0.14	0.35	0.23
5	Itaberaba	0.83	0.16	0.44	0.20
6	Jacobina	1.47	0.38	1.99	0.38
7	Lençóis	0.78	0.16	0.50	0.34

Algumas conclusões de interesse foram obtidas a partir das correlações das razões iônicas em cada estação meteorológica, sendo as mesmas utilizadas em trabalhos de outros pesquisadores:¹³ (i) O comportamento da razão Mg/Na indicou a fonte marinha predominante para o sódio e, em decorrência, o aumento encontrado em todas as razões em relação aos valores marinhos, ao excesso de Mg, Ca e K, devido a poeiras continentais ou contribuição local; (ii) Os excessos encontrados nas estações mais afastadas, para Mg, Ca e K, foram explicados pela fração permutável de partículas argilosas ou de outras poeiras terrestres, e os acréscimos encontrados nas estações costeiras podem implicar a presença de aerossóis mais finos e fracionados sobre toda a região; (iii) Os maiores acréscimos das razões para o interior, no período setembro/abril, são explicados a partir da hipótese de o sódio ser eminentemente

marinho, ou seja: o decréscimo da concentração do Na com o afastamento da costa, e a presença do Mg, Ca e K trazidos de outras fontes, implicam o aumento das três razões para os locais mais afastados do litoral; (iv) Os resultados obtidos nas estações de Salvador, Cruz das Almas, Serrinha, Itaberaba e Lençóis indicam uma maior contribuição de aerossóis de origem marinha em todas as precipitações na região. Essa conclusão justificou-se por: comportamento da razão Mg/Na; presença constante dos ventos marinhos de E-SE; valores marinhos das outras razões encontrados em alguns períodos do ano; decréscimo do teor de Na com o afastamento da costa. Caso o mencionado grupo não tivesse encerrado as suas atividades, essas conclusões serviriam, mais tarde, como referências, a partir do estudo de poeiras em suspensão no ar e de medidas de concentrações de outros elementos químicos, a exemplo de: cloro, ferro, silício, enxofre, chumbo e outros.

Repercussão e dificuldades

Após três anos de intenso trabalho e recolhimento de amostras, nas mencionadas estações meteorológicas, começaram a surgir os primeiros resultados. Buat-Menard retornou à França, A. Amado Filho se afastou do grupo, entretanto algumas citações na imprensa local, nas publicações e na universidade indicavam que o projeto de aerossóis tinha sido até ali bem-sucedido, e com grande chance de crescimento. Orsini, em trabalho publicado na revista *Ciência e Cultura*,¹⁴ diria:

Investigações sobre aerossóis de origem marinha na Universidade Federal da Bahia: No Instituto de Física da Bahia um grupo, sob a direção do prof. H. S. Tanure, desenvolve pesquisas sobre o transporte de aerossóis de origem marinha. A pesquisa é feita por meio da análise de amostras de água de chuva coletadas periodicamente entre o litoral e a Chapada Diamantina, e posteriormente analisados pelo método denominado de Absorção Atômica. Alguns resultados dessas pesquisas já têm sido publicados [...].

Apesar do reconhecimento e da importância de tais pesquisas, a dificuldade de interação entre o coordenador do PPPG, Carlos Alberto Dias, e o então chefe do LFR, Dr. Jean-Marie Flexor, ligado ao diretor do Instituto de Física, Humberto Tanure, que coordenava o grupo de pesquisa de Física dos aerossóis, maximizou-se e implicou sérios problemas para o setor de Geofísica Nuclear. Um aspecto notório era a divergência que existia entre a concepção do tipo de pesquisa geofísica pensada por Dias e aquela de seus desafetos no LFR. Dias achava salutar a presença de físicos, geólogos e engenheiros trabalhando em Geofísica aplicada, porém ele sempre demonstrou o seu desconforto com a influência do físico brasileiro, de origem francesa, Jean-Marie Flexor, na direção do LFR. O mencionado coordenador do PPPG, em ofício de nº 83/76 (de 26/03/1976) ao chefe do Departamento de Física da Terra (IF-UFBA), Prof. Elpídio J. C. Jucá, e de nº 91/76 (de 31/03/1976), ao chefe do Departamento de Física do Estado Sólido (IF-UFBA), Prof. Manoel B. Martinez, critica a parte administrativa do LFR, então sob a chefia de Flexor, informando aos dois chefes as suas dificuldades de interação com o referido chefe do laboratório.¹⁵ Dias explicita a sua discordância com o nome (LFR) outorgado ao laboratório. Apesar de ele mesmo reconhecer que tal laboratório pertencia ao IF-UFBA, entretanto ele sempre o intitulou, nos documentos do PPPG, como Laboratório de Geofísica Nuclear. Quando, em 1976, a direção do IF-UFBA decidiu pela nova denominação (LFNA), uma verdadeira crise se instalou, culminando com o esvaziamento do setor de Geofísica Nuclear por vários anos. Essa briga interna influenciou, em parte, o êxodo de alguns docentes, já com mestrado, a migrarem para outros ramos de

pesquisa. O mesmo aconteceu com os remanescentes do grupo de aerossóis, que pressentiram um futuro nada acolhedor para o seu trabalho, uma vez que nem o termo “aerossol” era citado amplamente nos documentos emitidos pelo PPPG.

De fato a situação ficou insustentável para aqueles que observavam de perto as constantes brigas pelo poder, envolvendo a direção do IF-UFBa, com poucos recursos advindos da própria universidade, e a coordenação do PPPG, que contava, àquela época, com enormes fatias de dinheiro conseguidas através do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)¹⁶ e outras agências de financiamento. Alguns funcionários e docentes, lotados no IF-UFBa, recebiam complementações salariais do PPPG e viviam o grave dilema de não saberem a quem deviam realmente apoiar. Uma situação difícil que marcaria profundamente muitos daqueles jovens que completaram o mestrado em Geofísica Nuclear e jamais concluíram o doutorado.

O IF-UFBa, naquele momento, era uma instituição bastante jovem, em que os docentes mais experientes ainda não tinham obtido o grau de doutoramento e, por conseguinte, não havia, de fato, uma liderança acadêmica efetiva. O que hoje pode ser inferido é que este foi, talvez, um outro motivo para a desistência dos pesquisadores do grupo de aerossóis. Todo esse quadro de dificuldades faria com que, mais uma vez, o diretor do IF-UFBa, Humberto Tanure, assumisse a sua influência junto aos conselhos superiores da universidade e reativasse um antigo anseio de uma minoria do instituto, que, apesar de reconhecer a importância histórica da Geofísica, nunca desistira de ver a sua instituição abrigando outros grupos de pesquisa em Física. A direção do instituto articulou a implantação de um outro programa de pesquisa, com a ajuda e participação de jovens doutores baianos que trabalhavam na Universidade de Campinas (Unicamp), no CBPF e na USP. A vinda desse outro grupo influenciaria sensivelmente a dinâmica de pesquisa e da pós-graduação no IF-UFBa, com forte influência na formação de pesquisadores com doutorado em distintos ramos da Física.

Conclusão

A introdução de grupos de pesquisa em Geofísica no estado da Bahia marcou profundamente a UFBA e influenciou vários outros centros universitários no país. Graças à sua importância para o desenvolvimento científico e tecnológico, bem como pela modernização imposta aos cursos tradicionais de Geociências, a experiência baiana tem sido discutida, nos últimos anos, com o fito de elucidar alguns pontos não muito claros de sua trajetória. Durante vários anos o PPPG foi um importante centro de pesquisas que atraiu estudantes e pesquisadores de diversos países. Em anos recentes tem sido observado um decréscimo na sua produção científica e, por conseguinte, uma queda nas avaliações dos cursos pós-graduados. Por outro lado, após vários anos de hibernação, o setor de Geofísica Nuclear dá sinais de revitalização, com a implementação de novas pesquisas em Oceanografia, um antigo anseio dos bandeirantes que, nos anos sessenta do século XX, escreveram os primeiros projetos de pesquisa para os diferentes laboratórios instalados no antigo LFR.

A discussão em torno do antigo grupo de pesquisa em física dos aerossóis atmosféricos nos faz refletir sobre o vazio imposto a jovens pesquisadores que, no início de suas carreiras, tiveram de enfrentar dificuldades, muitas vezes não ultrapassadas, e geradas por questões institucionais fora de seu alcance. Felizmente, no caso relatado neste trabalho, a mudança de temática de pesquisa em suas vidas não se tornou um drama, e sim perspectiva de novos conhecimentos e experiências. Porém as razões que

motivaram as divergências entre alguns pesquisadores no interior do programa de pesquisa em Geofísica e que induziram o esvaziamento de um grupo de pesquisa tão promissor ainda deverão ser discutidas a fim de se evitar novas repetições. Enfim, a ausência de uma efetiva liderança científica não pode ser descartada, mas a falta de motivação de jovens pesquisadores, as divergências entre gestores de pesquisa e a possibilidade de se tornarem vítimas das mesmas brigas internas foram, de fato, as causas da interrupção do projeto de aerossóis.

NOTAS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aurino Ribeiro Filho é PhD in Theoretical Physics, Universidade de Essex, UK, DIC in Mathematical Physics, Imperial College of Science and Technology, Universidade de Londres, UK, Professor Associado do Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia (UFBA), professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA/UEFS) e do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Física (UFBA). E-mail: ribfilho@ufba.br.

- 1 CHESSELET, Roger; MORELLI, Jean; BUAT-MENARD, Patrick. Variations in ionic ratios between reference sea water and marine aerosols. *Journal Geophysics Research*, vol. 77, p. 5116-5131, 1972.
- 2 RIBEIRO FILHO, Aurino; VASCONCELOS, Dionicalros S.; FREIRE JR. Olival. A contribuição francesa ao ensino e à pesquisa em Geofísica no Estado da Bahia. *Rev. Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, n.2, p. 218-225, junho 2003.
- 3 Carlos Alberto Dias organizou as publicações (i) "Pesquisas em Geofísica e Geologia" edição do PPPG, 334 p, Salvador, maio, 1973: Na p. 263 é descrita a Pesquisa Nº 3: "Estudo da composição química e isotópica das precipitações atmosféricas no estado da Bahia". Responsáveis: Prof. Antônio Expedito Gomes de Azevedo (isótopos estáveis) e Prof. Humberto Siqueiros Tanure (aerossóis); (ii) "PPPG-UFBA: Instituição de vanguarda em pesquisa e ensino pós-graduado de Geofísica e Geologia no Brasil" edição do PPPG/UFBA, 151 p, Salvador, junho, 1984.
- 4 Carlos Alberto Dias se refere à introdução histórica sobre o PPPG contida nas obras (i) e (ii) acima: "Da preocupação de incorporar os conhecimentos científicos e tecnológicos ao processo de desenvolvimento econômico e social de regiões geográficas pouco industrializadas, mas potencialmente ricas de recursos naturais, em nosso País, nasceu em 1961 a concepção da Geofísica brasileira – com a conotação que ela hoje possui – de uma área cientificamente autônoma e diferenciada, construída sobre um substrato composto pelas ciências básicas e pela tecnologia. [...] Do desejo de constituir um grupo de jovens cientistas amazônicos, diversificados quanto à sua formação nas ciências básicas, mas voltados para o estudo das riquezas naturais da sua região de origem, nasceu essa concepção.
- 5 Em todos os documentos expedidos pela coordenação do PPPG, o LFR era denominado de Laboratório de Geofísica Nuclear, que não era assim chamado pela direção do IF-UFBA, nem pelo chefe do LFR de então, Jean-Marie Flexor. Carlos Dias, em correspondência de 26.03.1976 a membros da Congregação do IF-UFBA, solicita o apoio dos mesmos a fim de vetarem a portaria emitida pelo citado chefe do LFR, que informava a adoção, em 25.03.1976, de uma nova denominação, "Laboratório de Física Nuclear Aplicada", para o referido laboratório de pesquisa.
- 6 Humberto Siqueiros Rodrigues Tanure, após liderar o grupo de pesquisa em Física dos aerossóis atmosféricos e dirigir o IF-UFBA, em 1979 foi para a Universidade de Lancaster, UK, onde recebeu o título de mestre (MA) em Ciência da Computação, e posteriormente transferiu-se para a Universidade de Essex, em Colchester, UK, para cursar o doutorado na mesma área. No seu regresso ao Brasil, em 1983, ocupou cargos em distintos ministérios, em Brasília, e atualmente ocupa o cargo de diretor do Jornal do Brasil, no Rio de Janeiro.
- 7 TANURE, H. S. R., Depoimento. Caderno do IFUFBA, ano 1, n. 4, p. 31-41, Salvador, setembro 1985.
- 8 BUAT-MENARD, P., Rapport d'Activité de Patrick Buat-Menard, enviado à UNESCO, p. 1-11, Salvador, 18 de dezembro de 1972.
- 9 "J'ai proposé la création d'une equipe de travail dans ce domaine de recherche a M. H. S. Tanure déjà interesse par lès travaux de notre equipe lors de son stage à Gif-sur-Yvette a accepté d'animer cette equipe avec ma collaboration. Trois étudiants se sont joints à nous à la fin de 1971 dans le but de préparer leur thèse de 'mestrado' sous mon orientation [...]. Notre programme général de travail peut s'intituler: Etude de la composition chimique des précipitations sèches et pluvieuses de l'Etat de Bahia."
- 10 T.A. Rafter, consultor da UNESCO, visitou o IF-UFBA no período de 30 de março a 30 de maio de 1973 e realizou entrevistas com distintos pesquisadores que trabalhavam no LFR, dentre os quais aqueles do grupo de aerossóis. Rafter, T.A. "Report on Visit to The Federal University of Bahia, Salvador, Brazil". UNESCO Consultant. Institute of Nuclear Sciences. Department of Scientific and Industrial Research. Lower Huu, New Zeland, p. 13-19, 38-39, julho 1973.
- 11 TANURE, Humberto Siqueiros; RIBEIRO FILHO, Aurino; SAKAI, Tereza; BUAT-MENARD, Patrick. Concentrations em Na, K, Ca, Mg dans les Pluies Cotieres et de l'Interieur de l'Etat de Bahia (Bresil). *Bulletin de l'Union dès Oceanographes de France. Numéro Spécial*, p. 50-51, Aout, 1973; *Symposium International sur les Echanges Ocean/Atmosphere de Matiere a l'Etat Particulaire*; Nice, France 4-10 Octobre, 1973; BUAT-MENARD, Patrick; TANURE, Humberto Siqueiros; RIBEIRO FILHO, Aurino; SAKAI, Tereza; CHESSELET, Roger. Sources of Mg, K and Ca Enrichment in Coastal and Inland Precipitations over the Bahia State (Brazil). *Journal de Recherches Atmosphériques*, VIII, vol.3, 4, p. 995-997, Paris, France, 1974; RIBEIRO FILHO, Aurino; TANURE, Humberto S. R. Estudo das Razões Mg/Na, Ca/Na e K/Na nas Águas de Chuva da Bacia do Paraguaçu – Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 8, n.1, São Paulo, p. 23-32, 1978; RIBEIRO FILHO, Aurino; TANURE, Humberto S. R. Comportamento Sazonal do Sódio, Magnésio, Cálcio e Potássio nas Precipitações Atmosféricas da Bacia do Paraguaçu-Bahia. *Supl. Ciência e Cultura*. Vol. 28, SBPC, Brasília. DF. Brasil. 12-3.6. p. 244, 1976.
- 12 RIBEIRO FILHO, Aurino. Comportamento do Sódio, Magnésio, Cálcio e Potássio nas Precipitações Atmosféricas na Bacia do Paraguaçu – Bahia. Tese de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. 75 p., Salvador, julho, 1975.
- 13 NORDEMANN, Lycia Maria Moreira; SIEFFERMANN, G. Distribution of Uranium in Soil Profiles of Bahia State-Brazil. *Soil Science*, vol.127, n. 5, p 4-9, 1979; NORDEMANN, Lycia Maria Moreira. Etude de la vitesse d'altération des roches au moyen de l'uranium utilisé comme traceur naturel. Application à deux bassins du Nord-Est du Brésil. *Thesis. Université de Paris VI*, 221 p., Paris, 1977.
- 14 ORSINI, Celso Maria de Queiroz. Poluição do Ar: Questão de tecnocracia ou ciência. *Ciência e Cultura*, vol. 28, n.5, p. 526-535, São Paulo, maio 1976.
- 15 Carlos Dias, nas citadas correspondências de 26 e 31.03.1976, aos mencionados membros da Congregação do IF-UFBA (Elpidio Jucá e Manoel B. Martinez), relata também a sua tentativa de transferir a secretaria geral do PPPG, instalada na sala 505 do prédio principal do IF-UFBA, para as "dependências do Laboratório de Geofísica Nuclear (o LFR), com o objetivo de prevenir contra a possibilidade de desastinos [...]". Ele relata ainda que "Na manhã do dia 26.03.76, precisamente às 9:00 horas, ao transferir alguns móveis pertencentes ao setor de contabilidade da Secretaria Geral do PPPG/UFBA [...] para o Laboratório, o Prof. Jean Marie Flexor tentou impedir a entrada daqueles móveis, usando de todos os meios a seu alcance, inclusive da força [...]". Esse desagradável episódio aconteceu no dia em que o físico Jacques Danon (do CBPF) proferiu um seminário sobre Efeito Mossbauer, a convite do físico Ramiro de Porto Alegre Muniz (do CBPF), que ocupava o cargo de professor visitante no IF-UFBA. Foi aberto inquérito administrativo que implicou uma

penalidade, outorgada pela reitoria da UFBA, ao professor titular Carlos Alberto Dias, então coordenador do PPPG.

- 16 Em carta endereçada ao Dr. Carlos Alberto Dias, coordenador do PPPG, a direção da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), ofício FINEP/008167/75, Rio de Janeiro, 17 dez 1975: "Senhor Coordenador – Estamos encaminhando a V.Sa. em anexo, texto do Convênio que disciplinará a entrega de recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento e Tecnológico (FNDCT), no valor de Cr\$ 19.400.000,00 (dezenove milhões e quatrocentos mil cruzeiros), para permitir a continuação do Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica e Geologia dessa Universidade [...]. Solicitamos a V.Sa., encaminhar o referido texto à apreciação do Reitor. Se este concordar com os seus termos poderá firmá-lo devolvendo-o em seguida à FINEP para as providências finais".

Artigo recebido para publicação em 12/2007.

Aprovado para publicação em 01/2008.