

ECOS DA RADIOACTIVIDADE EM PORTUGAL
Determinação de Radioactividade em Águas Minerais de Portugal na Primeira Metade do Séc. XX

Isabel Serra, Elisa Maia & Nuno Marques Peirço
Centro Interdisciplinar de Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade de Lisboa
Calçada Bento da Rocha Cabral, n.º 14
1250 – 047 Lisboa, Portugal
isabelserra@netcabo.pt

Os três períodos de análise da radioactividade das águas

Durante as primeiras décadas do século XX o trabalho científico em Portugal dirige-se essencialmente às aplicações da ciência. Nalguns domínios, como é o caso das ciências biomédicas ou de certos ramos da química, desenvolve-se uma actividade considerável. Mas, entretanto, a investigação fundamental merece pouca atenção, apesar do enorme incremento que foi tendo no mundo Ocidental. É evidente que esta situação pode considerar-se normal num país de fracos recursos económicos, que deve procurar rentabilizar, a curto prazo, os esforços dispendidos na formação de quadros científicos e técnicos e na compra de instrumentação científica. No entanto, a fraca vocação dos cientistas portugueses pela ciência fundamental prende-se também com a posição periférica do país, posição não apenas geográfica, mas também cultural e política.

A descrição desse carácter periférico e da sua influência sobre os caminhos da ciência portuguesa é uma tarefa complexa, que não se pretende desenvolver aqui. Achamos porém importante referi-los como forma de justificação deste trabalho sobre estudos da radioactividade das águas. De facto, apesar de nos parecer, actualmente, que esses estudos se limitaram a análises de rotina, eles tiveram importância, do ponto de vista da difusão do conhecimento sobre radioactividade.

O estudo das águas minerais tem tradição entre os mais reputados químicos portugueses dos séculos XIX e XX. As análises de radioactividade prolongaram a

tradição mas, ao mesmo tempo que valorizavam esse recurso português, permitiram o contacto com uma nova área da ciência – a radioactividade – e com inovadoras técnicas experimentais.

Neste trabalho pretende-se demonstrar que os estudos e determinações de radioactividade em águas de Portugal podem ser contextualizados em três períodos conceptualmente distintos do ponto de vista da sua importância para a ciência, que acompanham o valor histórico-científico que a radioactividade *per si* assume na comunidade científica e na sociedade até ao final da primeira metade do século XX: o *momento da inovação*, em que a ciência portuguesa tenta participar do fenómeno emergente da radioactividade e suas aplicações; o *período comercial*, associado ao interesse terapêutico das radiações; e o do *ressurgimento*, apoiado pela “oportunidade do nuclear” e por quanto se investia, à data, nesse domínio do conhecimento científico-tecnológico.

OLIVEIRA PINTO, autor do primeiro estudo português sobre a radioactividade das águas, é um exemplo típico da transferência de conhecimentos que caracteriza a ciência nas periferias. O interesse que desenvolveu sobre as questões da radioactividade, com que obteve contacto trabalhando com M. CURIE entre 1909 e 1910, é bem patente num artigo intitulado “*O estudo da radioactividade da matéria*” que publica em 1912 na *Brotéria*. É muito importante o papel de cientistas como OLIVEIRA PINTO que tentam comunicar o que existe de inovador na ciência, para além de referir as suas aplicações úteis. Foi essa atitude que nos levou a considerar o período de 1910 a 1912, como o “*momento da inovação*”. Esse foi o tempo de importação da tecnologia mas também dos conhecimentos básicos sobre radioactividade transmitidos nas revistas científicas e de divulgação.

A análise da radioactividade das águas, interrompida pelas vicissitudes políticas, foi retomada dez anos depois, num contexto científico já completamente diferente, e sob o impulso da exploração comercial da radioactividade das águas minero-medicinais. Por isso chamamos a esse período, que dura mais de dez anos, “*período comercial*”. De facto, nessa altura, a tecnologia de análise tinha sido aperfeiçoada e foi a “moda” dos produtos radioactivos que impulsionou os estudos de radioactividade das águas realizados em Portugal. Nesse período, um elevado número de análises sem fins científicos é levado a cabo por químicos que não se interessavam especialmente pelo fenómeno da radioactividade, como é o caso de Charles LEPIERRE ou de PINTO BASTO. Também esses tempos tiveram o seu fim, quando desapareceu a ideia de que as virtudes terapêuticas das águas minerais estavam relacionadas com a radioactividade que apresentavam.

Voltamos a encontrar estudos de radioactividade de águas entre os anos cinquenta e sessenta do século XX – é o “*período do ressurgimento*”. Foi a “oportunidade do nuclear” que deu continuidade ao tema da radioactividade das águas personificado agora por HERCULANO DE CARVALHO, que já tinha publicado sobre a questão, e por Branca Edmée MARQUES que estuda, não as águas minerais mas as águas das chuvas contaminadas pelas explosões nucleares.

O Momento da Inovação: o trabalho de Oliveira Pinto

Os primeiros estudos sobre radioactividade de águas de que temos conhecimento foram realizados em 1902 por J.J. THOMPSON sobre as águas de Cambridge, a que se seguiram outros trabalhos de STRUTT, também na Inglaterra, ELSTER, GEITEL e MACHE, na Alemanha, POCHETTINI e STELLA, em Itália, P. CURIE e M. CURIE, LABORDE e MOUREU, em França, e CASTILLO em Espanha. Em Portugal, a primeira referência

a estudos sobre radioactividade de águas que conhecemos é de Oliveira Pinto (1868-1933)¹.

As publicações de OLIVEIRA PINTO sobre a análise da radioactividade em águas minerais põem em relevo o espírito científico que o caracterizava: *“Entre nós, forçoso é confessal-o, apesar dos talentos e boas vontades que nos sobejam no campo científico, pouco ou nada se tem trabalhado.”*²

O primeiro artigo que conhecemos de OLIVEIRA PINTO, publicado em 1910, na *Revista de Química Pura e Aplicada*, embora se destine a obter resultados práticos, traduz uma finalidade que vai para além da obtenção de alguns dados característicos das águas de Portugal. Tal como outros cientistas portugueses, este Professor do Colégio de Campolide apercebeu-se da importância da nova ciência da radioactividade e do impacto das suas aplicações. Assim, OLIVEIRA PINTO divide o trabalho em duas partes, que publica separadamente e em línguas diferentes.

Na primeira, escrita em português, enuncia a lei de desintegração radioactiva e outros conhecimentos básicos essenciais para descrever o fenómeno da radioactividade. Explica depois o princípio de funcionamento do detector utilizado nas suas determinações.

Descreve ainda detalhadamente os aparelhos utilizados e o seu funcionamento que, certamente, eram desconhecidos em Portugal – *Aparelho de Danne e electrómetro bifilar de Wulf* (ver figs. 1a e 1b).

¹ Padre, professor no colégio de Campolide, em Lisboa, e um dos seus mais brilhantes professores, Oliveira Pinto tinha um grande interesse pela ciência e pelas suas aplicações. A telegrafia sem fios, as observações astronómicas e as ciências naturais fizeram parte das suas actividades, nas quais implicava também os alunos do colégio. Alguns dos seus trabalhos foram publicados numa famosa revista fundada em 1902 no colégio de S. Fiel, a Brotéria, na qual tornou conhecidos, em Portugal, os progressos da química e da física. Foi sócio correspondente das Sociedades de Física e Química de Madrid e Astronómica de França e foi também sócio fundador da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, fundada em 1906. Nos anos 1909 e 1910 empreendeu uma viagem de estudos à Bélgica, Holanda e França e estagiou com os Curie, o que lhe permitiu uma formação nas técnicas radiológicas. Cf. *Enciclopédia Portuguesa e Brasileira*.

² In OLIVEIRA PINTO (1910), pág. 269.

A segunda parte do artigo de OLIVEIRA PINTO, publicada no mesmo ano, diz respeito propriamente às análises e é escrita em Francês. Os resultados aí apresentados foram divulgados no estrangeiro, ao *II Congresso de Radiologia e Electricidade*, em Bruxelas, onde, aliás, OLIVEIRA PINTO foi secretário do Comité de Propaganda Português.

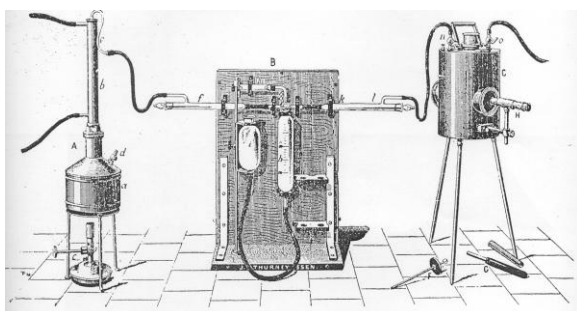


Fig. 1a – Aparelho de DANNE para a medida de Radioactividade.

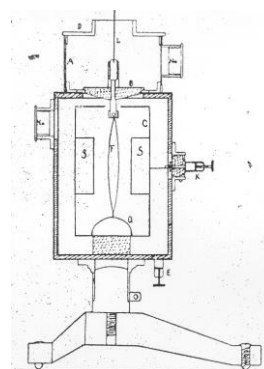


Fig. 1b – Electrómetro de WULF para medida de radioactividade.

OLIVEIRA PINTO começa por referir que até a data não se publicou qualquer trabalho conjunto sobre as águas minerais de Portugal, não sem porém deixar de citar um caso isolado, a da análise efectuada por P. CURIE e LABORDE e publicada nos *Comptes Rendues*³.

Nesta parte do artigo Oliveira Pinto expõe a técnica utilizada, referindo os autores dos aparelhos usados e agradecendo a um deles – WULF – o ter-lhe ensinado as técnicas de medição. Depois escreve a fórmula de Danne e Laborde de que se serviu, reenviando o leitor para o artigo original (CR da Ac. Ciências de Paris) e só então refere as análises e exhibe os resultados obtidos para as várias fontes.

³ Tome 142, 1906, pp. 1462-1465.

As determinações incidiram sobre as fontes de águas minerais de Vidago, Sabroso, Pedras Salgadas, Fonte Romana, Molêdo, Gerês, Doçãos (Vila Verde) e Cucos. Segundo o autor, estas eram as águas mais prestigiadas do ponto de vista da mineralização e, em particular pelos seus efeitos terapêuticos.⁴

Das determinações efectuadas, OLIVEIRA PINTO permite-se concluir que as águas estudadas não acusam uma radioactividade acentuada podendo, no entanto, ser classificadas como radioactivas. Das águas estudadas, destacam-se as de Cucos e Gerês como as que apresentam maior actividade.

Podemos dizer que este trabalho de OLIVEIRA PINTO, embora de ciência aplicada, é um artigo de cariz científico, ao contrário dos que lhe sucedem, sobretudo impulsionados por preocupações de índole comercial.

Das palavras do próprio autor sabemos que pretendia dar continuidade ao estudo que entretanto iniciara: *“Este relatório constitui a primeira parte de um estudo sobre a radioactividade das águas portuguesas; é apenas um elemento da carta hidrológica de Portugal do ponto de vista da radioactividade das águas, que eu farei dentro de alguns anos”*⁵.

Na verdade, OLIVEIRA PINTO não vai poder realizar o seu projecto. Algum tempo depois destas análises (Maio a Agosto de 1910) e poucos dias depois de regressar da Bélgica, onde apresentou os resultados do seu trabalho, dá-se a revolução republicana de 5 de Outubro, que o obriga a exilar-se. Vive primeiro na Bélgica e, mais tarde, no Brasil.

Depois dos trabalhos de OLIVEIRA PINTO, em 1910, só nos anos 20 são retomados os estudos sobre radioactividade das águas, quando o processo era já rotineiro.

⁴ OLIVEIRA PINTO (1910a), pág. 345.

⁵ *Idem, ibidem*, pág. 343.

O Período Comercial: As contribuições de Charles Lepierre, Pereira Forjaz, Mário Silva, Pinto Basto & Viana de Lemos

Durante os anos vinte e trinta do século XX a radioactividade estava “na moda”, assim o escrevem BORDY & RADVANYI em *Les Années Folles du Radium* (1994). Considerava-se que as radiações agiam de forma análoga aos medicamentos: nocivas em doses fortes, mas estimulantes e benéficas em pequenas quantidades. Pierre CURIE apercebeu-se, muito rapidamente após a descoberta do rádio, do interesse terapêutico das radiações e realizou investigações sobre as suas virtudes curativas. Nas afecções cutâneas, nas doenças venéreas e finalmente no cancro, obtiveram-se resultados positivos. O prestígio das radiações foi uma maravilhosa oportunidade para os fabricantes de produtos farmacêuticos. O mercado é inundado de produtos “terapêuticos” à base de rádio: cataplasmas, pomadas, pulseiras. Apesar de não haver qualquer justificação experimental, estes produtos são considerados eficazes na cura dos mais diversos males, da tuberculose ao reumatismo.

A radioactividade das águas minerais e termais foi considerada também a causa das suas virtudes curativas. Pierre CURIE, em colaboração com Albert LABORDE, interessou-se pelo estudo do Radão que emana das águas minerais e assim, em 1904, iniciou uma série de estudos sistemáticos das águas de fontes termais. Um desses estudos, publicado em França, foi dedicado precisamente a uma água portuguesa, a de Caldelas⁶.

Às hipotéticas virtudes terapêuticas não foram indiferentes os empresários distribuidores, que se apressaram a encomendar análises de radioactividade e a

⁶ CURIE, Pierre & LABORDE, Albert (1906) – *Comptes Rendues*; T. 142, pp. 1462-1465.

anunciar nos rótulos das garrafas os teores radioactivos das suas águas (fig. 2). Só mais tarde seria demonstrado que não existe nenhuma relação entre as virtudes das águas e a sua radioactividade.



Fig. 2 – Rótulo de garrafa de água Minero-Medicinal de Melgaço.

O “estado de graça” de que gozava a radioactividade não durou muito. Em primeiro plano aparecem, sobre a própria Marie CURIE, os efeitos nocivos ligados à manipulação de fontes radioactivas.

A dinâmica comercial gerada pela “moda” da radioactividade é talvez uma das razões que leva os químicos portugueses, e até mesmo um físico, a realizar um grande número de análises de radioactividade de águas. Alguns dos resultados foram publicados em revistas da especialidade, como se tratasse de algo inovador. Este facto apenas encontra justificação na fraca produção científica portuguesa e nas dificuldades materiais em realizar trabalho de facto inovador.

O químico francês Charles LEPIERRE (1867-1945)⁷ foi um dos cientistas que, em Portugal, mais trabalhou no domínio da ciência aplicada, nomeadamente nos estudos de águas de consumo.

As opções de trabalho de LEPIERRE foram sempre condicionadas pelas aplicações da Química. De facto, nunca pretendeu trabalhar em ciência fundamental. Voluntária e orgulhosamente, dedicou-se exclusivamente a temas de química aplicada com repercussão directa na actividade económica do país onde exerceu a sua profissão, como nessa época era típico de um professor do Instituto Superior Técnico.

LEPIERRE tem uma extensa bibliografia sobre análise de águas minerais e em especial sobre as medidas de radioactividade. Entre 1921 e 1934, analisa a radioactividade das águas do Luso (1921), Curia (1925), Águas de Moura (1927), Caldelas (1927), Alcaçarias do Duque, em Lisboa (1927), Caldas de Aregos (1928), Caldas de Monchique (1928), termas de S. Pedro do Sul (1929), Caria, (1930) e Foz da Certa (1932). Os resultados são publicados pelo Instituto Hidrológico e as conclusões mostram que todas estas águas são radioactivas. Nestas publicações é quase sempre referido o aparelho de Chéneveau-Laborde, como o utilizado nas medições.

⁷ Charles LEPIERRE veio para Portugal para dirigir os trabalhos de química mineral na Escola Politécnica. O contacto com o então jovem francês foi feito através de Roberto DUARTE SILVA (1837-1889) um químico português que foi professor de LEPIERRE na *École de Physique et Chimie Industrielles*.

Contratado pelo Governo Português, em 1888, como chefe de trabalhos de química da Escola Politécnica e também preparador de tecnologia química no Instituto Industrial, LEPIERRE permaneceu em Lisboa até 1889. Foi então para Coimbra onde ensinou primeiro na Escola Brotero e depois, até 1911, no Laboratório de Microbiologia da Universidade. Nesse ano regressou a Lisboa para ensinar no Instituto Superior Técnico, cuja recente criação fizera parte das reformas educativo-científicas promovidas pelo regime republicano. Foi professor no Instituto durante vinte e seis anos e, a partir de 1919 ensinou também no Instituto de Hidrologia. Nessa altura os seus trabalhos em análise de águas eram já bem conhecidos. Foi também director do Laboratório do Instituto Português de Conservas de Peixe, cargo que desempenhou até à sua morte, em 1945.

A obra científica de Charles LEPIERRE é extensa e variada, repartindo-se por diversas áreas: Química Analítica, Química Mineral, Bromatologia, Hidrologia e Bacteriologia. Trabalhou para sectores importantes da economia portuguesa, tal como as águas minero-medicinais, as conservas de peixe e o azeite. Publicou cerca de cento e vinte artigos, a maioria dos quais “têm atrás de si trabalho experimental próprio, por ele feito, ou executado sob a sua orientação e inspiração” (*In* CARVALHO, Herculano de (?)) – “A obra científica de Charles Lepierre”, *Memórias da Academia das Ciências*, Classe de Ciências; Tomo V, pp. ??-?? .).

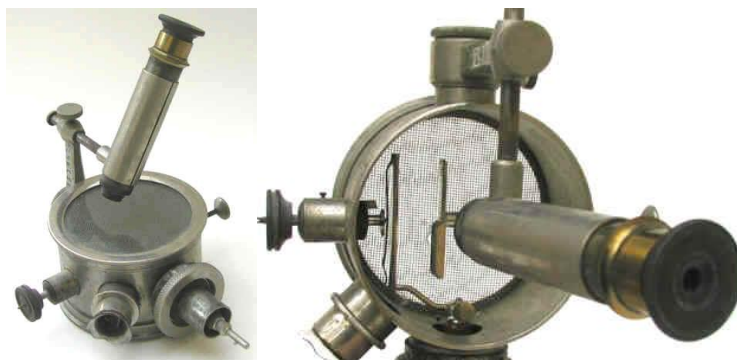


Fig. 3 – Electroscópio de *Cheneveau et Laborde*, semelhante ao utilizado por Charles LEPIERRE nas suas determinações de radioactividade de águas minerais.

O trabalho de Charles LEPIERRE, em conjunto com HERCULANO DE CARVALHO, sobre as águas de Caria foi apresentado ao *XIII Congresso Internacional de Hidrologia, Climatologia e Geologia Médica* que se correu em Lisboa, em Outubro de 1930. No texto, publicado pelo Instituto de Hidrologia, conclui-se que essas águas se revelam muito interessantes pelas suas propriedades radioactivas, de que os doentes poderão tirar os maiores proveitos.

Outra comunicação de LEPIERRE, apresentada ao já referido Congresso de Hidrologia, e também publicada pelo Instituto de Hidrologia, diz respeito à forma de quantificar o *Radon* presente nas águas. Nesse trabalho o autor propõe uma nova maneira de exprimir essa quantidade da qual resultará “*uma homogeneidade que faltava até agora*”⁸.

De António PEREIRA FORJAZ (???? - ????) conhecem-se neste período dois artigos que tratam a radioactividade das águas de nascente de Entre-os-Rios (1928) e de Monção (1929), ambos publicados na *Revista de Química Pura e Aplicada*.

No primeiro, um curto artigo em que trata muito brevemente a aparelhagem usada mas sem deixar de referir a empresa construtora, PEREIRA FORJAZ não só conclui

⁸ Lepierre, Charles (1931) – *Communications présentées au XIII Congrès International d’Hydrologie, de Climatologie et de Géologie Médicales*, Lisboa, 1930. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*. pág. 5.

sobre a existência de radioactividade das mas afirma também, sem explicar porquê, que essas propriedades radioactivas “interferem acentuadamente na Terapêutica do enxofre que tem, em Entre-os-Rios, uma admirável aplicação”.

No artigo de 1929, o autor refere-se ao Electrómetro de Wulff, utilizado no Laboratório de Química da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, na análise das águas das duas nascentes da região de Monção, consideradas “uma verdadeira preciosidade”. Não é de espantar que as águas de Monção fossem famosas, dado que pertencem a uma região termal. A sua reputação foi criada, sem dúvida, pelas características químicas mas, para PEREIRA FORJAZ, os seus teores radioactivos farão com que elas ganhem “em pouco tempo aquele prestígio a que indiscutivelmente têm jus”⁹.

Também a Universidade de Coimbra participa entre 1931 e 1936 do fenómeno de aproveitamento comercial da química da radioactividade. Na revista da Faculdade de Ciências são publicados três artigos sobre radioactividade de águas minerais. Os autores de dois desses artigos são PINTO BASTO (1881-1937), director do Laboratório Químico e Professor da cadeira de Química da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, e um seu assistente, VIANA DE LEMOS. Num dos artigos, o trabalho destes autores é também suportado por uma análise geológica, a cargo de José CUSTÓDIO MORAIS (1890-1985), professor de Ciências Geológicas da Universidade de Coimbra e, à data, director do Museu e Laboratório Zoológico.¹⁰. No primeiro artigo figuram 47 determinações em diversas nascentes de águas minerais da Beira e, curiosamente, os autores concluem que são exagerados os valores da presença de rádio, determinados por outros químicos. É descrito o

⁹ FORJAZ, A.P. (1929) – *Rev. de Chim. Pura e Ap.*; III Série, pág. 156.

¹⁰ PINTO BASTO, E.F. & VIANA DE LEMOS, A (1936) – *Rev. da Fac. de Ciências da Univ. de Coimbra*; Vol VI, nº3, pp. 20-8; e PINTO BASTO, E.F.; VIANA DE LEMOS, A.; MORAIS, J.C. (1936) – *Rev. da Fac. de Ciências da Univ. de Coimbra*; Vol VI, nº3, pp. 237-289.

funcionamento do emanómetro de Becker utilizado nas determinações. No final do texto citada uma lista, elaborada por M. Curie, das águas que, em todo o mundo, mais rádio contêm.

No segundo artigo são analisadas 42 águas de nascentes situadas entre os rios Douro, Mondego e Távora. Também aqui se fazem considerações sobre os teores de rádio, considerados pequenos relativamente ao que seria de esperar.

O terceiro artigo da Revista da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra é da autoria de Mário Silva (1901-1977), conhecido físico português, que fez tese com M. Curie no Instituto do Rádio, em Paris¹¹. Em 1930 apresenta uma comunicação ao Congresso de Hidrologia, Climatologia e Ciências Médicas, que está publicada na Revista da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra.

O Período do Ressurgimento: As contribuições de António Herculano de Carvalho e de Branca Édmée Marques

Depois dos anos trinta, os estudos de radioactividade das águas minerais, se é que foram feitos, deixaram de fazer parte das publicações científicas. Nada o justificava, dado que passaram a constituir simples análises de rotina, realizados à custa de tecnologia importada. Surge, no entanto, em 1953, um trabalho realizado por HERCULANO DE CARVALHO (1899-1986), financiado pelo Centro de Estudos de Energia Nuclear (CEEN), portanto já num quadro de investigação científica

¹¹ Ao regressar a Portugal, Mário SILVA teve inúmeras actividades em diversos ramos relacionados com a ciência. Expulso da Universidade, como muitos outros, durante o regime de Salazar, Mário Silva é, nalguns meios, considerado um símbolo que associa ciência e luta política anti-fascista. Mas este físico, embora sempre muito activo e ligado à ciência, não continuou a sua actividade de investigação em física fundamental, para a qual tinha sido treinado no Instituto do Rádio. Talvez porque as condições não o permitiram, talvez porque não teve a possibilidade de se rodear de um grupo de colaboradores, investigadores em física, Mário Silva dispersou-se por inúmeras tarefas, uma das quais foi a medição da radioactividade das águas, durante o período em que essas medidas adquiriram uma certa importância comercial.

organizada e subsidiada, no qual o autor analisa inúmeras nascentes do ponto de vista dos teores de Radão (Rn) e de Rádio (Ra).¹²

O tema era ainda suficientemente importante para ser objecto de investigação aplicada, dado o “ressurgimento” da radioactividade em Portugal, com o já referido CEEN. Neste trabalho, de carácter diferente dos anteriores, o autor procura relacionar a presença de radioactividade com a proximidade dos jazigos de Urânio e também com a sua composição química. Neste estudo não figura qualquer referência à aparelhagem utilizada nas medições, pelo que se pode concluir que ela não continha inovações.

Outro tema, considerado suficientemente interessante pelos químicos portugueses para ser objecto de investigação, foi a radioactividade das águas das chuvas causada pelas explosões nucleares no Norte de África. Os trabalhos relativos a essa questão foram realizados, entre 1958 e 1962, sob os auspícios da recém-formada Comissão de Estudos de Energia Nuclear por um grupo de investigadores dirigidos por Branca Edmée MARQUES (1899-1986)¹³.

Esses estudos enquadravam-se nas actividades relativas à utilização pacífica da energia nuclear, que tiveram um enorme incremento, e também uma enorme promoção, nos anos a seguir à II Guerra Mundial. É aliás nesse contexto que surge a CEEN, através da qual muitos cientistas portugueses puderam beneficiar de condições de investigação que há muito reclamavam e, bem assim, estabelecer relações profissionais e de diálogo com cientistas de outros países.

¹² CARVALHO, A.H. (1953) –*Rev. de Chim. Pura e Ap.*; IV Série, pp. 206-212.

¹³ Branca MARQUES, professora de Química na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, doutora-se em Paris, com M. CURIE no Instituto do Rádio. Ao regressar a Portugal funda o Laboratório de Radioquímica e continua a fazer investigação em radioactividade. Quando surge a Comissão de Estudos de Energia Nuclear, Branca MARQUES é um dos químicos que faz parte do núcleo inicial daquele organismo e os trabalhos que dirigiu sobre radioactividade das águas das chuvas fazem parte da sua contribuição para as actividades da Comissão. Cf. SERRA, Isabel (1998).

Os trabalhos de Branca MARQUES sobre chuvas radioactivas são de índole muito diferente dos estudos de análise da radioactividade das águas do “período comercial”. Os autores fazem um estudo detalhado da radiação, tentando identificar, exaustivamente, quais os núcleos que as originam e comparando os seus resultados com os de outros trabalhos semelhantes. Os métodos usados são característicos dos estudos de ciência fundamental.

Referências

BORDRY, Monique e RADVANYI, Pierre (1994) – Les Années Folles du Radium. *Les Cahiers de Science et Vie*; nº 24, pp. 68-74.

CARVALHO, A.H. (1953) – Informação sobre radioactividade das águas minerais portuguesas. *Rev. de Chim. Pura e Ap.*; IV Série, 4.º Ano, pp. 206-212.

CURIE, Pierre & LABORDE, Albert (1906) – Radioactivité des gaz emanants d'une source à Caldelas, Portugal. *Comptes Rendues*; T. 142, pp. 1462-1465.

FORJAZ, A.P. (1928) – Determinação da radioactividade das águas das nascentes da Torre e de Casas Novas (Entre-os Rios). *Rev. de Chim. Pura e Ap.*; III Série, 5.º Ano, pp. 41-43.

FORJAZ, A.P. (1929) – Determinação da radioactividade das Águas de Monção. *Rev. de Chim. Pura e Ap.*; III Série, 6.º Ano, pp. 152-156.

GRADE, M.R.; MARQUES, B.E.; (1958) – The Radioactivity of rain water in Lisbon from October 1957 to April 1958. *Proc. of the Second International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy*; Vol. 18, pág. 563.

GRADE, M.R.; MARQUES, B.E.; e VIANA, C.V. (1960) – Alguns efeitos das recentes explosões nucleares no Norte de África. *XXV Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências*; Livro de resumos, Sevilha, p. 167.

GRADE, M.R.; MARQUES, B.E.; e VIANA, C.V. (1961) – Evolução da radioactividade da água de algumas chuvas. *Revista Portuguesa de Química*; Vol. III, n.º 1.

GRADE, M.R.; MARQUES, B.E.; e VIANA, C.V. (1962) – Influência sobre as explosões nucleares de Setembro de 1961 sobre a radioactividade da água das chuvas, na região de Lisboa. *XXVI Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências*; Tomo II, Porto.

LEPIERRE, Charles (1921) – Análise-química e bacteriológica: Estudo da radioactividade da Água de Luso. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*; Tomo II.

LEPIERRE, Charles (1925) – Análise-química e bacteriológica: Estudo da radioactividade das Águas de Curia. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*; Tomo III.

LEPIERRE, Charles (1927) – Análises química e bacteriológica: Estudo da radioactividade das Águas de Caldelas. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*; Tomo V.

LEPIERRE, Charles (1927a) – Águas Termiais das Alcaçarias do Duque em Lisboa: Estudo químico, físico, bacteriológico e da radioactividade. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*. Tomo VI.

LEPIERRE, Charles (1927b) – Águas de Moura (Nascente de Santa Comba): Estudo físico, químico, bacteriológico e da rádio-actividade. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*. Tomo VI.

LEPIERRE, Charles (1928) – Caldas de Monchique: Estudos físico-químico, químico, bacteriológico e da radioactividade. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*; Tomo VIII.

LEPIERRE, Charles (1928a) – Análises química e bacteriológica e estudo da radioactividade das águas minerais de Caldas de Aregos. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*; Tomo IX.

LEPIERRE, Charles (1929) – Termas de S. Pedro do Sul: Estudos físico-químico, químico, bacteriológico e da rádio-actividade. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*.

LEPIERRE, Charles (1930) – Análises química, físico-química, bacteriológica: Estudo da radioactividade da água Foz da Certã. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*.

LEPIERRE, Charles (1931) – Représentation de l'émanation du Radium (Radon). In *Communications présentées au XIII Congrès International d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie Médicales*, Lisboa, 1930. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*. pp. 3-5.

LEPIERRE, Charles (1932) – Lamas das Caldeiras Vulcânicas de S. Miguel (Açôres). *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*.

LEPIERRE, Charles (1934) – Expressão do resultado das análises das águas minero-medicinais. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*.

LEPIERRE, C. & HERCULANO DE CARVALHO, A. (1913) – Algumas considerações à cerca da analyse dos minérios de “Urânio pobres e fosfatados”. *Rev. de Chim. Pura e Ap.*; I Série, 9.º Ano, pp. 45-48.

LEPIERRE, C. & HERCULANO DE CARVALHO, A. (1931) – Les eaux radioactives de Caria (Beira Baixa – Portugal). *Rapport présenté au XIII Congrès International d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie Médicales*, Lisboa, 1930. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Lisboa*.

MORAIS, J.C. (1943) – Águas minerais: Sua origem. *Publ. do Instituto de Hidrologia e de Climatologia de Coimbra*; Vol. VII.

OLIVEIRA PINTO, P. (1910) – Primeira contribuição para o estudo da radioactividade das águas minerais de Portugal. *Rev. de Chim. Pura e Ap.*; I Série, 6.º Ano, pp. 269-279.

OLIVEIRA PINTO, P. (1910a) – Primeira contribuição para o estudo da radioactividade das águas minerais de Portugal (conclusão). *Rev. de Chim. Pura e Ap.*; I Série, 6.º Ano, pp. 342-349.

OLIVEIRA PINTO, P. (1912) – O estudo da radioactividade da matéria, Laboratório de Gif. *Brotéria*; Série de Vulgarização Científica, pp. 51-68.

PINTO BASTO, E.F. & VIANA DE LEMOS, A (1936) – Determinação da radioactividade em águas minerais. *Rev. da Fac. de Ciências da Univ. de Coimbra*; Vol VI, nº3, pp. 20-86.

PINTO BASTO, E.F.; VIANA DE LEMOS, A.; MORAIS, J.C. (1936) – Determinação da radioactividade em águas minerais: Radioactividade das águas minerais situadas entre os Rios Douro e Távora. *Rev. da Fac. de Ciências da Univ. de Coimbra*; Vol VI, nº3, pp. 237-289.

SERRA, Isabel (1998) – A Professora Branca Edmée Marques e o Laboratório de Radioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa; in JANEIRA et al. (Eds.), *Divórcio entre Cabeça e Mãos? Laboratórios de Química em Portugal (1772-1955)*, Livraria Escolar Ed.: Lisboa, pp. 143-150.

SILVA, Mário (1931) – La Radioactivité des Gaz Spontanés de la Source de Luso. *Communication présenté au XIII Congrès International d'Hydrologie, de Climatologie et de Géologie Médicales*, Lisboa, 1930. *Rev. da Fac. de Ciências da Univ. de Coimbra*; Vol I, nº2, pp. 39-41.