

# Passando em revista a segurança e a radioatividade no início do século XX

Rodrigo da Silva Lima, Luis Cláudio Ferreira Pimentel e Júlio Carlos Afonso\*

*Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

*\*julio@iq.ufrj.br*

**Submetido em 01/08/2014; Versão revisada em 06/11/2014; Aceito em 19/11/2014**

## Resumo

Este trabalho apresenta um resumo do impacto da descoberta da radioatividade no início do século XX. O elemento rádio foi considerado uma fantástica fonte de energia e cura para muitas doenças. Produtos contendo esse elemento foram usados comercialmente na medicina e na fabricação de pinturas luminosas. Muitos desses produtos foram anunciados com propriedades fantásticas, sem estudos científicos sobre os seus efeitos. Muitos consumidores apresentaram danos à saúde. A década de 1920 marcou o declínio do uso de tais produtos e o reconhecimento de que a radioatividade devia ser tratada com ênfase na proteção pessoal e no uso consciente deste conhecimento.

**Palavras-chave:** radioatividade; rádio, segurança.

## Abstract

This work presents a summary of the impact of the discovery of radioactivity at the beginning of the XX<sup>th</sup> century. Radium was regarded as a fantastic source of energy and cure for many diseases. Radium containing products were commercially used in medicine and manufacture of luminous paintings. Many radium-added products with fantastic properties were announced, but there were no scientific studies about their benefits. Many consumers presented health damages. The 1920s marked the decline of the use of such products and the recognition that radioactivity should be treated with emphasis on personal protection and responsible use of this knowledge.

**Keywords:** radioactivity; radium; security.

## INTRODUÇÃO

Os últimos anos do século XIX e os primeiros do XX foram um período notável na descoberta de fenômenos ligados à estrutura do átomo, e que revolucionariam as teorias atômicas: a descoberta dos raios x e da primeira das partículas atômicas (o elétron); a descrição pioneira da radioatividade; o isolamento do rádio e do polônio e a descoberta dos então “raios”  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ . Tudo isso estimulou inúmeras pesquisas no decorrer das primeiras décadas do século XX, visando não só entender aqueles novos fenômenos como também propor aplicações dos mesmos (LIMA, PIMENTEL E AFONSO, 2009; CRAMP, 1936).

Os estudos com a radioatividade levaram à conclusão de que, com a emissão radioativa, pudesse ocorrer uma transmutação de elementos. Soddy e Rutherford chamaram de desintegração atômica o que ocorre com os corpos radioativos. Após essas descobertas, começou-se a acreditar na divisibilidade do átomo, algo até então inquestionável. A partir do estudo das séries de desintegração radioativas (séries do urânio, tório e actínio), os cientistas isolaram espécies provenientes do decaimento de átomos radioativos, notando que as características químicas mudavam em relação ao átomo original, resultando na descoberta de novos elementos (HAHN, 1950).

O impacto da descoberta e da descrição da radioatividade no meio científico e no cotidiano foi enorme. Um exemplo disso foi a concessão de diversos prêmios Nobel aos pioneiros que estudaram esse fenômeno. Complementando a literatura já publicada no Brasil (LIMA, PIMENTEL E AFONSO, 2009; XAVIER et al., 2007), este trabalho visa mostrar a relação das pessoas com a radioatividade e as consequências da relação entre elas e o novo fenômeno, através de referências pouco conhecidas (incluindo fontes primárias) que focam aspectos igualmente menos comuns nos trabalhos históricos sobre a radioatividade.

## OS PRIMEIROS ESTUDOS

Entre 1899 e 1910 foram feitos muitos estudos para caracterizar a presença de radioatividade no meio ambiente - ar, solo, água da chuva, cavernas e águas minerais (TILDEN, 1926). Esses estudos levaram ao que se conhece hoje como materiais radioativos de ocorrência natural ou NORM – *naturally occurring radioactive materials*. Em 1903, Pierre Curie (1859-1906) e Albert Laborde (1878-1968) publicaram uma nota citando que o rádio estava sempre em temperatura maior que a do ambiente que o circundava (HAHN, 1950). Rutherford e seu assistente Howard T. Barnes (1873-1950), verificaram que esse calor era devido à radiação  $\alpha$  oriunda da desintegração do elemento (a energia cinética das partículas  $\alpha$  era convertida em energia térmica após as colisões) (TILDEN, 1926; HAHN, 1950). Esse fato surpreendente à época fez com que se estabelecesse a crença generalizada que o rádio deveria conter uma energia nunca antes imaginada em um corpo material. Frederick Soddy (1877-1956, prêmio Nobel de Química em 1921), em conferências proferidas em 1908, dizia: “a energia liberada na desintegração do rádio é quase um milhão de vezes maior do que aquela obtida por uma mesma massa de matéria submetida a qualquer uma das transformações conhecidas anteriormente à descoberta da radioatividade” (SODDY, 1909). A divulgação da descoberta do rádio e de suas propriedades, particularmente pela imprensa, mudou totalmente o tratamento dado ao fenômeno da radioatividade. As

pessoas, já fascinadas pelos raios-x, passaram a vê-la como um novo e encantador fenômeno.

No Brasil, ao contrário do que se sucedeu na Europa e nos Estados Unidos, “a febre do rádio” praticamente inexistiu. Isso se dá em contraste com os raios-x (LIMA, PIMENTEL E AFONSO, 2009), cuja novidade chegou ao país poucos meses depois da descoberta de Roentgen, e já na década de 1910 havia pesquisas sobre essa radiação (como as do Instituto do Radium e Eletrologia da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, em 1914). Parte dessa diferente receptividade se deve ao alto custo dos produtos contendo rádio, o que limitava o acesso a uma diminuta parcela da população. Outro fato é que não se tinha conhecimento de jazidas de urânio no Brasil que pudessem servir de fonte de extração do rádio.

## A EXPLORAÇÃO DE JAZIDAS DE MINERAIS RADIOATIVOS

A demanda pelo rádio para suprir o mercado levou à necessidade de produzi-lo em larga escala a partir de minérios de urânio (pechblenda, carnotita etc.), os quais contêm, em média, 1 g de rádio por 7 t de mineral bruto (FRAME e KOLB, 1989). Para a exploração das minas, era preciso recrutar muita mão-de-obra, atraída por promessas de ganhos fáceis e um futuro tranquilo. Os anúncios de recrutamento de mineiros sempre realçavam o rádio como o “elemento do futuro”.

A primeira planta industrial para a produção de rádio data de 1906, em Joachimsthal, região da Boêmia, então parte integrante do Império Austro-Húngaro; o processo de extração, baseado no método desenvolvido pelo casal Curie, era bastante complexo e demorado, sendo necessários nove meses para cumprir todas as etapas desde a mineração até a produção do concentrado final. A produção anual desta planta era de um grama de rádio. A segunda planta iniciou suas atividades na França, em 1907 (FRAME e KOLB, 1989; HAHN, 1950). A partir de 1914 entraram em operação nos Estados Unidos as primeiras usinas para processar a carnotita (vanadato de potássio e uranila), o que levou rapidamente aquele país à condição de primeiro produtor mundial do elemento

(60-80% do suprimento entre 1915 e 1923) (FRAME e KOLB, 1989). Em 1922, entraram em operação as minas de Shinkolobwe-Katanga (Congo belga), com capacidade inicial de produzir 3 g de rádio por mês. Isso reduziu o preço do elemento de US\$ 120 para US\$ 70 o miligrama, e garantiu à Bélgica a primazia na produção mundial até pouco antes da II Guerra Mundial (CRAMP, 1936). A cotação do rádio atingiu valores impressionantes; em 1921, ele valia mais de 10 mil vezes o preço da platina, chegando a ser considerado a *commodity* do século XX (FRAME e KOLB, 1989). Médicos e pesquisadores investiram no rádio assim como se investe no ouro (XAVIER et al, 2007). Empresários tinham o rádio como comparável ao diamante ou metais preciosos (TILDEN, 1926), o que justificava os altos investimentos na exploração de minas de urânio. Cerca de 85% do rádio era empregado na medicina (especialmente no tratamento de tumores), e 15% na produção de produtos luminosos (KOVARIK, 2002) (Figura 1).

**The Power of Radium at Your Disposal**  
 Twenty-three years ago radium was unknown. Today, thanks to constant laboratory work, the power of this most unusual of elements is at your disposal. Through the medium of Undark, radium serves you safely and surely.  
 Does Undark really contain radium? Most assuredly. It is radium, combined in exactly the proper manner with zinc sulphide, which gives Undark its ability to shine continuously in the dark.  
 Manufacturers have been quick to recognize the value of Undark. They apply it to the dials of watches and clocks, to electric push buttons, to the buckles of bed room slippers, to house numbers, flashlights, compasses, gasoline gauges, autometers and many other articles which you frequently wish to see in the dark.  
 The next time you fumble for a lighting switch, bark your shins on furniture, wonder vainly what time it is because of the dark—remember Undark. It shines in the dark. Dealers can supply you with Undarked articles.  
 For interesting little folder telling of the production of radium and the uses of Undark address  
 RADIUM LUMINOUS MATERIAL CORPORATION  
 34 FINE STREET NEW YORK CITY  
 Patented, Chicago, N. J. Mailed, Chicago, Ill. Oct. 1921

**UNDAIRK**  
*Radium Luminous Material*  
**Shines in the Dark**

**To Manufacturers**  
 The number of manufactured articles to which Undark will add increased usefulness is manifold. From a sales standpoint, it has many obvious advantages. We gladly answer inquiries from manufacturers and, when it seems advisable, will carry on experimental work for them. Undark may be applied either at your plant, or at our own.  
 The application of Undark is simple. It is furnished as a powder, which is mixed with an adhesive. The paste thus formed is painted on with a brush. It adheres firmly to any surface.

Figura 1: Propaganda de relógios luminosos “Undark”, cujos mostradores continham rádio, 1921. Cortesia de Argonne National Laboratory; foto de domínio público segundo a legislação norte-americana.

O ingresso do Brasil na área nuclear teve início nos anos 1930, com os primeiros estudos acadêmicos na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, com a vinda de pesquisadores estrangeiros. Em 1940, o governo de Getúlio Dornelles Vargas (1872-1954) assinou com os EUA o Programa de Cooperação para Prospecção de Recursos Minerais, abrindo àquele país o conhecimento das reservas de minerais radioativos, particularmente areia monazítica e minérios de urânio (MALHEIROS, 1996).

## PRODUTOS COM RADIOATIVIDADE ADICIONADA

No princípio do século XX, as aplicações desses tipos de produtos se dividiam em duas correntes: a que focava os efeitos fisiológicos do rádio e dos materiais radioativos, e a que se dedicava aos efeitos terapêuticos (como no tratamento dos tumores) (FRAME e KOLB, 1989; HERING, 1924). O grande interesse suscitado pela radioatividade levou ao aparecimento de “explicações” e “teorias” que visavam justificar a aplicação de terapias e a oferta dos mais diversos produtos com radioatividade adicionada, prometendo ao consumidor a satisfação de “*haurir proveito da nova maravilha da ciência*” (FRAME e KOLB, 1989). Talvez a maneira mais marcante que simboliza essa prática eram os anúncios entusiásticos e arrebatadores sobre a eficácia terapêutica do rádio, qualificando-o como uma “solução mágica da medicina”, ou ainda, um milagre da ciência, com inacreditáveis poderes curativos (HERING, 1924). Trata-se de um dos maiores fenômenos mercadológicos das três primeiras décadas do século XX na Europa e nos Estados Unidos (FRAME e KOLB, 1989). Produtos de beleza (particularmente das mulheres), médico-farmacêuticos e mesmo de entretenimento eram itens comuns. Porém, o exemplo mais representativo eram as águas contendo radioatividade adicionada: talhas e filtros continham minerais radioativos em suas paredes internas ou sob a forma de um disco circular, que “carregava” a água com radioatividade (essencialmente devida ao radônio) (STANNARD, 1988). A justificativa era que a água de consumo humano estava “desnaturada” pela falta de um elemento essencial à mesma: a radioatividade, eliminada

durante o tratamento da água. Assim, esses produtos pretendiam restaurar o *“vigor natural da água pelo acréscimo do gás do vigor [radônio] ou do elemento do vigor [rádio], tão necessário quanto o oxigênio e o hidrogênio que constituem a água”* (FRAME e KOLB, 1989). A propaganda de um famoso produto desse tipo dizia: *“Mais doenças são causadas pelo consumo de água imprópria, mais do que por qualquer outra razão, e basicamente porque a água para consumo perdeu toda a radioatividade original. Eis aqui o “Radium Ore Revigator”, para a salvação! Por meio do emprego de um mineral de rádio cuidadosamente selecionado e cientificamente testado (...) este componente perdido é perpetuamente restaurado a toda água colocada dentro do Revigator.”* (era recomendado que a água fosse deixada durante toda uma noite na talha para a carga máxima, e um consumo diário de 6 copos d'água ou mais) (FRAME e KOLB, 1989). Os benefícios aclamados para este produto eram: aumento do número de hemácias, a eliminação de venenos do sangue e uma melhor digestão dos alimentos (STANNARD, 1988). Até os anos 1940 essa prática subsistiu nos Estados Unidos e no Canadá.

Era comum que muitos anúncios enfatizassem que os produtos radioativos continham “níveis de radioatividade garantidos” para as mais diversas finalidades, principalmente cura de enfermidades. Na prática, nem sempre foi assim. As águas radioativas eram os produtos mais fraudados, pela facilidade de prepará-las. Essa prática já era comum no início da década de 1910 (HERING, 1924) e são diversos os casos de empresas fechadas nos Estados Unidos por essa prática danosa ao consumidor (FRAME e KOLB, 1989).

## **TENTATIVAS INICIAIS DE PADRONIZAÇÃO DA RADIOATIVIDADE**

Já no início do século XX, havia uma preocupação de certificar (ou padronizar) padrões de rádio para análise de produtos radioativos e no tratamento do câncer (HARVIE, 1999); para isso, era necessário um procedimento confiável para que os materiais radioativos produzidos pudessem ser replicados. Isso também servia para combater fraudes. No Congresso de Radiologia e

Eletricidade de Bruxelas (1910), decidiu-se estabelecer um padrão internacional para o elemento. Marie Curie e pesquisadores austríacos foram encarregados dessa tarefa. Mas a rápida demanda de rádio na área hospitalar e demais aplicações, o quase monopólio da produção pelo Império Austro-Húngaro e o início da I Guerra Mundial acabaram por impedir a concretização desse projeto (HARVIE, 1999).

## **AS CONDIÇÕES DE TRABALHO COM FONTES RADIOATIVAS**

### **O trabalho nas minas de urânio**

Em geral, as descrições encontradas na literatura indicam que o trabalho de exploração nas minas de urânio era muito duro: britagem, separação manual, enfardamento e transporte por carroças ou animais, ou mesmo às costas (LUBENAU, 2005). Na mineração ocorre liberação do radônio dos minérios pulverizados. No mineral bruto o gás dificilmente escapa, pois fica enclausurado na estrutura da rocha, mas a britagem e a pulverização facilitam sobretudo a liberação do radônio. Como ele é mais pesado do que o ar, ele se difunde pelas camadas baixas da atmosfera, depositando seus produtos de desintegração (sólidos) sobre vegetação, cursos d'água e solo (FRAME e KOLB, 1989; LUBENAU, 2005).

Existem registros sobre a saúde de mineiros que trabalhavam em minas contendo materiais radioativos muito antes de se descrever a radioatividade. Por volta de 1400 começou a extração de minérios em regiões da Europa Central - Schneeberg (Saxônia) e Joachimsthal -, cujos mineiros morriam precocemente, geralmente de problemas respiratórios. Esse quadro era a chamada “doença da montanha”, e tais relatos perduraram pelos séculos seguintes. Somente em 1879 é que se relacionaram tais mortes ou estados de invalidez a cânceres pulmonares (STANNARD, 1988). As suspeitas sobre o rádio e o radônio surgiram em 1921, sendo efetivamente confirmadas em 1935: o ar no interior das minas era a fonte de inalação do radônio. Naquela época, o processamento dos minérios de urânio era feito sem critérios de segurança no trabalho e de radioproteção. Os governos da então Tchecoslováquia e da Alemanha



finalmente reconheceram em 1926 que a doença que afetava os mineiros era o câncer pulmonar; seis anos depois era considerada como doença ocupacional passível de indenização (FRAME e KOLB, 1989; STANNARD, 1988). Por volta de 1930, 50% dos mineiros de Joachimsthal estavam com afecções pulmonares (STANNARD, 1988). Os produtos de decomposição do radônio, sólidos, (isótopos dos elementos polônio, bismuto e chumbo) são altamente tóxicos tanto do ponto de vista químico como radiológico: eles tendem a se depositar nos pulmões e são depois parcialmente absorvidos e distribuídos por outros tecidos. A partir dos estudos com esses mineiros, algumas medidas de radioproteção foram adotadas (ventilação das minas e exames periódicos dos mineiros) nas minas de urânio dos Estados Unidos e Canadá, mas não das minas africanas de Shinkolobwe-Katanga (Figura 2), cujos mineiros eram igualmente afetados tal como os trabalhadores europeus e norte-americanos (JALLÉE, 1965).

Calcula-se que muito mais pessoas foram afetadas pelo radônio liberado das minas do que pelo rádio em si, muito embora o estudo com pacientes afetados pelo consumo de produtos contendo rádio seja bem mais documentado e detalhado (LUBENAU, 2005). Na remediação do passivo da mina de Canonsburg (EUA), prédios foram demolidos, o solo e demais objetos contaminados pela radioatividade foram depositados num um repositório especial para evitar a liberação de



Figura 2: Uma das entradas da mina de Shinkolobwe-Katanga, 1924, maior produtora de rádio na época no mundo. Foto de domínio público.

radiação para o meio ambiente (FRAME e KOLB, 1989).

### As “garotas do rádio”

Talvez o caso mais bem documentado sobre a exposição de indivíduos ao rádio ocorreu com trabalhadores na “Radium Corporation of East Orange”, no Estado de Nova Jérsei (EUA). A empresa, fundada em 1917, explorou rádio de uma jazida de carnotita com a finalidade de produzir tintas luminescentes (que brilham no escuro), desenvolvida por Sabin A. von Sohocky (1882-1926) (VDOVENKO e DUBASOV, 1975). A fábrica empregou mais de 100 pessoas (Figura 3), principalmente jovens mulheres, na delicada etapa de pintar os mostradores de relógios e outros instrumentos com a tinta radioativa (algo como 250 mostradores por dia). Ao final da I Guerra Mundial, a empresa era a principal fornecedora de relógios luminosos às tropas norte-americanas. Muitas das funcionárias, fascinadas com o que ouviam falar sobre o rádio, pintavam unhas, dentes e o nariz para impressionar seus namorados no escuro (KOVARIK, 2002).

Os trabalhadores que manipulavam os sais de rádio usados na formulação das tintas manipulavam grandes caçarolas ao ar livre, sem proteção alguma (KOVARIK, 2002). Várias funcionárias que manipulavam a tinta começaram a adoecer de uma causa misteriosa e não antes descrita na literatura médica. O médico Harrison S. Martland (1883-1954) foi o responsável pelo



Figura 3: Funcionárias do “Radium Corporation of East Orange” pintando mostradores de relógios com tintas contendo rádio, 1921. Cortesia de Argonne National Laboratory; foto de domínio público segundo a legislação norte-americana.

diagnóstico correto, após medir a radioatividade nas funcionárias doentes e publicar em 1925 seus resultados acerca dos efeitos do rádio nos ossos das pacientes e as anemias aplásticas descritas. Foi o primeiro estudo epidemiológico em vítimas por radiação, citando-a como uma nova e desconhecida doença ocupacional (STANNARD, 1988; KOVARIK, 2002). A principal via de contaminação era a ingestão: as funcionárias arredondavam a ponta dos pincéis (contendo a tinta radioativa) com a boca ou a língua para que pudessem pintar com perfeição os pequenos números dos mostradores dos relógios e outros instrumentos.

Em 1922, Grace Fryer (1899-1933), que trabalhara na empresa de 1917 a 1920, começou a perder dentes e a apresentar abscessos dolorosos na mandíbula inferior (KOVARIK, 2002). Nenhum dos médicos que consultou de início tinha visto algo parecido antes. As radiografias acusavam graves deformidades ósseas. Um médico da Universidade de Harvard, Cecil Drinker (1887-1956), já havia detectado níveis elevados de contaminação das instalações da fábrica, alterações sanguíneas em quase todos os empregados e necroses em diversas funcionárias. As mortes até então ocorridas eram relacionadas à sífilis, envenenamento por fósforo e à cola usada na tinta fosforescente. O químico responsável da empresa, Edward Lehman, zombou da possibilidade de ter problemas de saúde futuros por não se proteger adequadamente das radiações advindas do rádio. Cecil lhe respondeu: *“sua atitude é típica daqueles que têm total falta de percepção dos perigos inerentes ao material com o qual estão trabalhando, somente o dinheiro lhe vem à cabeça”*. O presidente da empresa, Arthur Roeder, recusou qualquer mudança em sua linha de produção e de estocagem do rádio: *“isso que dizem por aí é na verdade oriundo da vida promíscua daquelas funcionárias ou de algum tipo de envenenamento que nada tem a ver com o rádio”* (US RADIUM CORPORATION, 2003). Ou ainda: *“milhares na Alemanha vêm tomando sais de rádio com bicarbonato de sódio como estimulante vital, sem que nada similar a este caso tenha sido relatado!”* (KOVARIK, 2002). Uma auditoria revelou que, ao contrário das funcionárias que pintavam

os mostradores, outros setores da fábrica tinham algum tipo de proteção, particularmente no laboratório: os químicos usavam vidros à base de chumbo, máscaras e luvas (KOVARIK, 2002).

Em 1927, Grace Fryer decidiu processar a “Radium Corporation” para obter uma indenização face às despesas médicas e perdas morais. Logo, mais quatro ex-funcionárias enfermas – Edna Hussman, Katherine Schaub (1902-1933) e as irmãs Quinta McDonald e Albina Larice - se uniram nesta ação. Essas cinco mulheres ficaram conhecidas no noticiário norte-americano e europeu como “as garotas do rádio” (“The radium girls”). Tratava-se de uma ação sem precedentes na justiça norte-americana. Marie Curie foi consultada para dar um parecer sobre a questão; ela nunca havia visto caso similar. E concluiu: *“não existe absolutamente meio de se destruir a substância [rádio] uma vez admitido no corpo humano”* (CURIE, 1926); *“a partir das descrições sobre como essas mulheres trabalham com o rádio, urge que se mude o modo de trabalhar com este elemento”* (CURIE, 1928). Em 1928, chegou-se à sentença final, indenizando-as em US\$ 10 mil mais uma pensão anual de US\$ 600, e todas as despesas médicas seriam cobertas pela companhia. Todas as “garotas do rádio” morreriam até 1935. 20 anos após sua morte, a exumação dos restos mortais de Arthur Roeder acusava níveis elevados de radioatividade em seus ossos (US RADIUM CORPORATION, 2003).

## O PERIGO OCULTO DA RADIOATIVIDADE

No início do século XX, pouco se conhecia acerca dos efeitos da radioatividade nos seres vivos. Não havia inicialmente a preocupação de dispor de meios de proteção adequada. O modo como as novas descobertas eram publicadas na mídia incentivava práticas médicas e a oferta de produtos contendo material radioativo sem estudos prévios consolidados (TILDEN, 1926; VDOVENKO e DUBASOV, 1975).

Uma das primeiras observações sobre a interação da radiação com o tecido vivo foi feita por Becquerel em 1898: *“algumas horas depois, na pele aparecia um avermelhamento que pouco a pouco crescia em superfície*

e intensidade e que se desenvolveu até se formar uma úlcera que demorou muito tempo para curar.” (PERRIN, 1921). Logo depois, a literatura médica e científica apresentava os primeiros relatos: de alterações nos vasos sanguíneos e no tecido nervoso; quando a destruição atingia um certo limite, se manifestava uma reação inflamatória (FRAME e KOLB, 1989). Com a utilização repetida da radiação por médicos e cientistas os efeitos observados foram irritações e descamações cutâneas, queimaduras, cegueira e até mesmo formas cancerosas (HERING, 1924). Alguns pioneiros no estudo da radiação vieram a falecer possivelmente em decorrência da exposição contínua a fontes radioativas durante seus estudos (TAUHATA et al., 2003).

Mesmo sem pleno conhecimento das propriedades da radioatividade, muitas pesquisas foram publicadas sobre a aplicação do rádio na medicina. O desejo de resultados imediatos (como acontecia com os raios-x) sobrepujava eventuais efeitos adversos com o tempo. Há, contudo, uma diferença importante entre os efeitos da radiação x e os da radioatividade nas pessoas a elas submetidas: enquanto os efeitos dos raios x eram imediatos, já havendo muitos casos relatados desde antes de 1910, os da radioatividade geralmente só se manifestavam tempos depois (como no caso das “garotas do rádio”, e dos consumidores de produtos contendo rádio adicionado); o início do acúmulo de relatos se iniciou após do fim da I Guerra Mundial. Em parte isso se explica porque as doses de radiação eram menores que as dos raios x dado o alto custo dos produtos à base de rádio, e pelas enormes doses de radiação x liberadas pelos equipamentos geradores da época (LIMA, PIMENTEL E AFONSO, 2009).

A França foi a pioneira em estudos criteriosos para emprego da radiação para fins médicos. Em 1906, foi fundado o *Laboratoire Biologique du Radium*, em Paris. Oito anos depois, Marie Curie fundou o *Institut du Radium*, envolvendo físicos, médicos e químicos, fato que impulsionou muito os estudos para o emprego do elemento (TAUHATA et al., 2003). Outros países europeus criaram organismos semelhantes: Suécia (1908), Reino Unido (1911), Império Austro-Húngaro

(1912) e Dinamarca (1913).

Os estudos científicos pioneiros sobre os efeitos fisiológicos do rádio são de meados da década de 1920, e visavam determinar como era o metabolismo desse elemento no corpo humano (STANNARD, 1988). Cerca de 80% do elemento se acumulava nos ossos e dentes, e o restante de maneira mais ou menos uniforme nos tecidos moles. Afora o tratamento de tumores cancerosos, a aplicação mais comum, havia relatos de cerca de 100 enfermidades que respondiam ao tratamento com sais de rádio, notadamente afecções da pele: asma, cataratas, impotência, calvície, manchas na pele, acne, eczema... O radônio, produto inicial do decaimento do rádio, também era aplicado no tratamento dos cânceres em ampolas seladas que eram implantadas próximo à região do tumor (braquiterapia). Na década de 1930, tentou-se descobrir meios de remover o rádio depositado nos ossos e dentes por meio de injeção de complexantes, dietas e interferência no metabolismo do cálcio (STANNARD, 1988; VDOVENKO e DUBASOV, 1975). Tais procedimentos não deram resultado, pois a taxa de eliminação do rádio do corpo era muito baixa.

Em 1929 os sais de rádio foram retirados da farmacopéia norte-americana, sob a alegação dos riscos aos seus consumidores devidos à ingestão do elemento (VDOVENKO e DUBASOV, 1975). Após a morte do multimilionário e atleta Eben M. Byers, que se tornou ávido consumidor de tônicos contendo rádio após uma contusão no braço durante um jogo de futebol americano (FRAME e KOLB, 1989; CAUFIELD, 1989) chegou ao fim a era da “terapia suave do rádio” nos Estados Unidos. Na Europa, os lançamentos de produtos radioativos (especialmente cosméticos e alimentos) perduraram até próximo do início da II Guerra Mundial (CAUFIELD, 1989).

Com a realização dos primeiros congressos internacionais de radiologia (movidos pela necessidade de mudar o emprego da radiação e de estabelecer padrões internacionais de medida e controle da radiação) em meados da década de 1920, a divulgação dos primeiros estudos sobre a saúde dos mineiros nas jazidas europeias e das fábricas de tintas luminescentes, e a edição das primeiras regulamentações trabalhistas no

início dos anos 1930 na Alemanha, na Tchecoslováquia, e nos Estados Unidos, o emprego da radiação passou a ser tarefa eminentemente a cargo de profissionais preparados; o empirismo do início do século XX começou a desaparecer, e junto com ele muitas das aplicações observadas naquela ocasião (CAUFIELD, 1989).

No Brasil a primeira regulamentação referente à radioatividade engloba as águas minerais (Decreto-Lei 7.841, de 8/8/1945) (MALHEIROS, 1996). Porém, deve-se citar que Marie Curie e sua filha Irène Curie (1897-1956, prêmio Nobel de Química de 1935 dividido com seu marido Frédéric Joliot-Curie) vieram ao país em 1926, visitando o “Instituto do Radium” em Belo Horizonte (primeiro centro de tratamento de câncer, inaugurado seis anos antes) e as fontes das “Thermas de Lindoya”, cuja água atingia até 3179 Maches na escala radioativa (1 Mache = 12,802 Bq L<sup>-1</sup>), cerca de 20 vezes mais do que as fontes famosas europeias (TAUHATA et al., 2003).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego da radioatividade em seus primeiros tempos é um exemplo onde a aplicação e a receptividade de uma descoberta científica precederam o reconhecimento dos perigos a ela associados. Predominava o empirismo, e as preocupações por resultados imediatos ocultaram as consequências da manipulação indevida, que viriam a se manifestar apenas tempos depois. Isso decorria da falta de estudos que pudessem demonstrar os efeitos adversos do uso da radiação. O estudo científico dos efeitos da radiação evoluiu de forma gradual, em busca de respostas aos problemas que surgiam à medida que se percebiam possíveis relações entre a radiação e os efeitos sobre a saúde das pessoas.

Os primeiros congressos, os primeiros estudos científicos de saúde ocupacional e as primeiras legislações levaram a um tratamento da radiação de uma forma mais profissional e consciente, com foco centrado na proteção radiológica.

A radiação é um exemplo que se soma a outros descritos na literatura (por exemplo, os empregos do chumbo tetraetilado e do DDT): quando a tecnologia avança percebe-se que o que parecia seguro e bem estabelecido no passado pode revelar-se inadequado e mesmo nocivo à saúde e ao meio ambiente em geral, fruto do

desconhecimento das propriedades dos produtos que o nível de conhecimento de então não podia proporcionar. É muito importante focar na visão de hoje o aspecto da segurança dos produtos químicos, muitos encontrados nas residências, aos cidadãos comuns que não estão habituados a uma ligação entre o conhecimento químico e o seu dia-a-dia. Levar este tipo de informação à população agrega valores à cidadania e mostra responsabilidade em relação à saúde das pessoas e ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- CAUFIELD, C. **Multiple Exposures: Chronicles of the Radiation Age**. Nova Iorque: Harper & Row, 1989.
- CRAMPO, A. J. **Nostrums and Quackery and Pseudomedicine**. Chicago: The American Medical Association, 1936, vol. III.
- CURIE, M. **Radium Hazards**. Manchete de 1ª página publicada no Jornal The New York Journal, edição de 26 de maio de 1926.
- CURIE, M. **M<sup>me</sup> Curie Urges Safety for Radium**. Manchete de 1ª página publicada no Jornal The United Press, Washington, edição de 4 de junho de 1928.
- FRAME E.; KOLB, P. **Living With Radiation, the First Hundred Years**. Oak Ridge: The Oak Ridge Associated Universities, 1989.
- HAHN, O. **New Atoms**. Nova Iorque: Elsevier, 1950.
- HARVIE, D. I. The Radium Century. **Endeavour**, vol. 23, n. 3, p. 100-105, 1999.
- HERING, D. W. **Foibles and Fallacies of Science**. Nova Iorque: Van Nostrand, 1924.
- JALLÉE, P. **Le Pillage du Tiers-Monde**. Paris : Maspéro, 1965.
- KOVARIK, B. **The Radium Girls**. Thousands Oaks: SAGE Publications Inc., 2002, cap. 8.
- LIMA, R. S.; PIMENTEL, L. C. F.; AFONSO, J. C. Raios x: Fascinação, Medo e Ciência. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 263-270, 2009.
- LUBENAU, J. O. **Standard Chemical Company, Marie Curie and Canonsburg**. Pensilvannia: Jefferson College Times, 2005.
- MALHEIROS, T. **Histórias secretas do Brasil Nuclear**. Rio de Janeiro: WVA, 1996.
- PERRIN, J. **Les Atomes**. Paris: Felix Alcan, 1921.
- SODDY, F. **The Interpretation of Radium**. Londres: John Murray, 1909.
- STANNARD, J. N. Radioactivity and Health, A History. In: Baalman Jr., R. W. (Ed.) **National Technical Information Service**: Springfield, 1988.
- TAUHATA, L.; SALATI I. P. A.; DI PRINZIO, R.; DI PRINZIO, A. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 2003.
- TILDEN, W. A. **Chemical Discovery and Invention in the Twentieth Century**, 5<sup>th</sup> ed. Nova Iorque: Dutton, 1926.
- U. S. RADIUM Corporation, East Orange, New Jersey – Records 1917-1940. **University of Medicine & Dentistry of New Jersey**, Newark, 2003.
- VDOVENKO, V. M.; DUBASOV, V. U. **Analytical Chemistry of Radium**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1975, chap. 6.
- XAVIER, A. M.; LIMA, A. G.; VIGNA, C. R. M.; VERBI, F. M.; BORTOLETO, G. G.; GORAIEB, K.; COLLINS, C. H.; BUENO, M. I. M. S. Marcos da História da Radioatividade e Tendências Atuais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 83-91, 2007.