

BIOMEDICINA E RADIAÇÃO IONIZANTE: INÚMERAS POSSIBILIDADES DE INTERAÇÃO

LEITE, R. C. S. ⁽¹⁾; GIOVEDI, C. ⁽²⁾; GOUVEIA, C. E. M. ⁽³⁾; PINO, E. S. ⁽⁴⁾

Centro Universitário Lusíada (UNILUS) ^(1, 2, 3)

Rua Armando Salles de Oliveira, 150 – 11050-071 – Santos – SP – Brasil

Fone (13) 3235-1311; Fax (13) 3221-4488

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares ⁽¹⁾

Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – 05508-000 – São Paulo – SP – Brasil

rclsleite03@yahoo.com.br ⁽¹⁾; cgiovedi@hotmail.com ⁽²⁾; cemgouveia@yahoo.com.br ⁽³⁾; espino@ipen.br ⁽⁴⁾

Resumo

Radiação ionizante é a radiação corpuscular ou eletromagnética que possui energia suficiente para ionizar átomos e moléculas, modificando-lhes o comportamento químico. Os tipos mais comuns de radiação ionizante são os elétrons, as partículas alfa, os prótons, os nêutrons e os raios X e gama. O biomédico poderá fazer uso da radiação ionizante em trabalhos de pesquisa e desenvolvimento em diversas áreas que formam seu currículo básico, uma vez que quando aplicada à área biomédica, a radiação ionizante pode ser utilizada com diferentes fins. A coleta de dados visando ao levantamento das linhas de pesquisa existentes de interesse do biomédico na área de radiação ionizante teve como base os principais institutos e centros de pesquisa no Brasil e no exterior que atuam nesta área. Os resultados obtidos indicam que as diversas aplicações da radiação ionizante de interesse direto do profissional de Biomedicina podem ser agrupadas basicamente em duas grandes áreas, são elas: saúde e meio ambiente. Na área de saúde podem-se citar como exemplos das inúmeras linhas de pesquisa existentes: a esterilização de produtos farmacêuticos, médicos e cirúrgicos e tecidos humanos, a irradiação de alimentos, a produção de fontes para braquiterapia e a produção de hidrogéis. Já na área de meio ambiente as principais linhas de pesquisas de interesse do profissional de Biomedicina estão ligadas à área de análises ambientais e ao tratamento de gases industriais, águas residuais, lodos e esgotos.

Palavras-chave: Biomedicina. Radiação ionizante. Saúde. Meio ambiente.

1 INTRODUÇÃO

Radiação ionizante é a radiação corpuscular ou eletromagnética que possui energia suficiente para ionizar átomos e moléculas, modificando-lhes o comportamento químico. Os tipos mais comuns de radiação ionizante são os elétrons, as partículas alfa, os prótons, os nêutrons e os raios X e gama. Cada tipo de radiação ionizante apresenta características próprias, que são determinantes na definição das aplicações que delas podem ser feitas nas mais diferentes áreas, como por exemplo, agricultura, indústria e medicina [1].

O curso de Biomedicina divide-se em várias especialidades ou habilitações, as quais são listadas a seguir: patologia clínica (análises clínicas); biofísica; parasitologia; microbiologia; imunologia; hematologia; bioquímica; banco de sangue; virologia; fisiologia; fisiologia geral; fisiologia humana; saúde pública; radiologia; imagenologia (sem interpretação); análises bromatológicas; microbiologia de alimentos; histologia humana; patologia; citologia oncológica; análise ambiental; acupuntura; genética; embriologia; reprodução humana; biologia molecular; farmacologia; psicobiologia; e informática aplicada à saúde [2].

O profissional de Biomedicina também pode atuar na indústria química e biológica, no comércio em empresas que importam e exportam produtos para

laboratórios de análises clínicas, no magistério e nas atividades de pesquisa e investigação.

Analisando-se as especialidades ou habilitações do curso de Biomedicina, é possível observar que há basicamente duas áreas em que o profissional atua diretamente fazendo uso de radiação ionizante, a imagenologia e a radiologia. No entanto, o biomédico poderá fazer uso desta técnica em trabalhos de pesquisa e desenvolvimento em praticamente todas as outras áreas que fazem parte de seu currículo básico, uma vez que quando aplicada à área biomédica, a radiação ionizante pode ser utilizada com diferentes fins.

O presente trabalho objetiva a apresentação dos dados coletados na pesquisa realizada buscando-se o levantamento de algumas das diversas áreas de aplicação da radiação ionizante que apresentam interesse do profissional de Biomedicina.

2 METODOLOGIA

A coleta de dados teve como ponto de partida a biblioteca do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), que compreende o maior acervo bibliográfico na área nuclear da América Latina. O IPEN, fundado em 1957, é uma autarquia do Governo do Estado de São Paulo, vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico. É gerenciado técnica, administrativa e financeiramente

pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e associado para fins de ensino de pós-graduação à Universidade de São Paulo. A sua missão é a melhoria da qualidade de vida da população brasileira, por meio da produção de conhecimentos científicos, do desenvolvimento de tecnologias, da geração de produtos e serviços e da formação de recursos humanos nas áreas nuclear e correlatas [3].

Também foi realizada pesquisa bibliográfica via internet, consultando-se os sites de instituições nacionais e estrangeiras, que são referências na área de energia nuclear.

Informações importantes foram obtidas na Comissão de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN), situada na cidade de Belo Horizonte, cuja missão é realizar pesquisa e desenvolvimento, em ciência e tecnologia, nas áreas nuclear e correlatas, gerando conhecimento, produtos e serviços em benefício da sociedade. As principais linhas de pesquisa existentes na CDTN podem ser agrupadas nas seguintes áreas: estudos e medições ambientais, radiobiologia e física médica [4].

Outras instituições pesquisadas no Brasil foram: o Instituto de Engenharia Nuclear (IEN) situado na cidade do Rio de Janeiro, cuja missão é contribuir para o bem-estar da sociedade e seu desenvolvimento sustentável, por meio de inovações tecnológicas e formação de recursos humanos para os setores nuclear e correlatos [5], e o Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), também situado no Rio de Janeiro, cuja missão é contribuir para o bem-estar da população, atuando como centro de referência nacional na área de radioproteção e metrologia das radiações ionizantes [6].

Todas as instituições citadas acima são vinculadas à CNEN, que é uma autarquia federal criada em 10 de outubro de 1956 e vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia. Como órgão superior de planejamento, orientação, supervisão e fiscalização, a CNEN estabelece normas e regulamentos em radioproteção e licença, fiscaliza e controla a atividade nuclear no Brasil. A CNEN também desenvolve pesquisas na utilização de técnicas nucleares em benefício da sociedade [7].

Outra instituição no Brasil consultada via internet foi o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), órgão vinculado à universidade de São Paulo. Fundado em 1966 na cidade de Piracicaba, interior de São Paulo, é uma instituição pioneira na América Latina, por ser inteiramente voltada para a pesquisa avançada da energia nuclear aplicada à agricultura [8].

A principal instituição pesquisada no exterior foi a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) que é uma entidade vinculada à Organização das Nações Unidas (ONU). A IAEA foi fundada em 1957 com a missão de garantir e difundir o uso pacífico da energia atômica. Ela congrega todos os países do mundo que fazem uso da energia nuclear com finalidades não bélicas, centralizando e difundindo o conhecimento desenvolvido nas diferentes áreas de aplicação da energia nuclear, como por exemplo, a saúde [9].

3 ALGUMAS ÁREAS DE INTERAÇÃO ENTRE A BIOMEDICINA E A RADIAÇÃO IONIZANTE

Os dados obtidos indicam que há basicamente duas grandes áreas de aplicação da radiação ionizante de interesse direto do profissional de Biomedicina, são elas: a saúde e o meio ambiente. A seguir são apresentados exemplos de algumas das inúmeras linhas de pesquisa existentes, envolvendo o uso da radiação ionizante, em cada uma destas áreas.

3.1 SAÚDE

Dentre as inúmeras possibilidades de aplicação da radiação ionizante na área de saúde, podem-se destacar:

- a) *Análise de elementos traço em tecidos biológicos (cabelos, unhas, tecido pulmonar e ossos):* na análise por ativação com nêutrons, a amostra é irradiada com nêutrons, de modo a tornar radioativos seus elementos constituintes. Como cada radioisótopo emite um espectro de radiação característico, é possível identificar os elementos presentes na amostra. A principal vantagem associada a esta técnica é o fato dela apresentar maior sensibilidade para determinados elementos comparativamente a outras técnicas analíticas. Um exemplo de aplicação é a análise de cabelos humanos para investigações criminalísticas [3].
- b) *Calibração e dosimetria das radiações alfa, X, gama e feixe de elétrons:* esta área engloba várias linhas de pesquisa, entre as quais podem-se destacar: estudos para implantação de novas grandezas de radioproteção; desenvolvimento de projetos que contribuam para melhorar a qualidade dos exames de radiodiagnóstico médico e odontológico e reduzir a dose em pacientes; ampliação e aperfeiçoamento das faixas de medição das radiações ionizantes, nos seus diferentes campos de aplicação; proteção radiológica dos trabalhadores ocupacionalmente expostos; fiscalização em instalações médicas e industriais (radiativas e nucleares); planejamento e resposta a situações de emergência (radiológicas e nucleares); padronização e disseminação das grandezas relativas às radiações ionizantes do Sistema Internacional (SI); certificação dos serviços de medição na área de radiações ionizantes; certificação de profissionais na área de proteção radiológica; credenciamento de laboratórios de metrologia das radiações ionizantes; pesquisa e desenvolvimento em radioproteção e metrologia das radiações ionizantes [3, 6].
- c) *Caracterização do efeito da radiação sobre células tumorais:* visa ao desenvolvimento de procedimentos de cultura de células tumorais, identificação das propriedades

- neuroquímicas das células em cultura, padronização de protocolos para o estudo do efeito de agentes que afetam o crescimento celular (raios gama, toxinas etc), bem como a caracterização preliminar destes efeitos. O estabelecimento destes procedimentos constitui um primeiro passo para o futuro estudo de novos meios diagnósticos, bem como terapêuticos, de tumores, como por exemplo, o glioblastoma multiforme [4].
- d) *Esterilização de produtos farmacêuticos, médicos e cirúrgicos*: baseia-se na eliminação de microorganismos nocivos à saúde por meio da radiação ionizante. Dentre as vantagens desta técnica destacam-se o fato de não ser necessária a utilização de calor e dos materiais já serem esterilizados embalados, eliminando assim os riscos de contaminação após a realização do procedimento [3].
- e) *Esterilização de tecidos humanos*: diferentes tipos de tecidos humanos, como por exemplo, peles, ossos, cartilagens e tendões para transplantes, podem ser esterilizados por meio de radiação ionizante. Nesta área podem ser realizados estudos de preservação, irradiação e esterilidade de tecidos para Bancos de Tecidos Biológicos incluindo estudos funcionais, morfológicos e sistemas alternativos da pele utilizando cultura de células *in vitro* e testes *in vivo* [3].
- f) *Estudo dos efeitos da radiação ionizante em venenos animais*: esta linha de pesquisa inclui o ajuste das condições de produção de anti-soros, a utilização de venenos irradiados em sistemas biológicos, a caracterização de produtos obtidos pela irradiação de venenos, o estudo farmacológico de toxinas e venenos, e os usos terapêuticos dos venenos irradiados [3].
- g) *Irradiação de alimentos*: a radiação ionizante pode ser utilizada com diferentes finalidades no processamento de alimentos: inativação de organismos nocivos, aumento do tempo de prateleira dos produtos, controle de parasitas e insetos e, inibição de brotamento. Tais fatos ocorrem devido à ação da radiação sobre a estrutura de moléculas vitais de bactérias e microorganismos, levando à sua destruição. A radiação ionizante também é aplicada em processos de esterilização visando à obtenção de embalagens assépticas [3, 4].
- h) *Irradiação de sangue para bancos de sangue*: a irradiação destrói os linfócitos do doador – suas células de defesa – e, dessa forma, diminui as chances do organismo do receptor rejeitar o sangue transplantado. Um exemplo das conseqüências da transfusão de sangue em pacientes com deficiência imunológica, como é o caso das pessoas que receberam transplantes ou que têm algum tipo de leucemia, é a doença rara, mas fatal, conhecida como doença enxerto *versus* hospedeiro. Os recém-nascidos também devem receber transfusões com bolsas de sangue irradiadas, especialmente os prematuros e de baixo peso e os fetos, quando é necessária uma transfusão intra-uterina. Uma grande vantagem da técnica é que o procedimento é feito com o material já embalado, o que diminui significativamente as chances de recontaminação [9].
- i) *Marcação de anticorpos com radioisótopos*: estuda a marcação de anticorpos com diferentes tipos de radioisótopos, a estabilidade e a atividade do produto marcado, objetivando a pesquisa de aplicações no diagnóstico e terapia de doenças infecciosas e tumores [4].
- j) *Pesquisa e desenvolvimento de hormônios humanos sintetizados por técnicas de DNA recombinante*: as pesquisas englobam a síntese, purificação, caracterização e estudo das aplicações clínicas e diagnósticas de cada hormônio, tais como: diagnóstico e tratamento de câncer de tireóide, inibição de proliferação celular de diferentes tipos de tumores, tratamento de nanismo e, estimulação do sistema imunológico de pacientes imunodeprimidos, utilizando para isto substâncias marcadas com radioisótopos [3].
- k) *Processamento de biomateriais poliméricos*: os processos que utilizam radiação gama, sendo mais limpos, fáceis de controlar e por requererem baixo consumo de energia, permitem alcançar características especiais na obtenção, modificação e esterilização de biomateriais poliméricos. Devido ao fato destes materiais serem utilizados em contato com fluidos e tecidos biológicos requerem alta pureza e biocompatibilidade, características estas alcançadas utilizando-se a radiação ionizante [3].
- l) *Produção de fontes para braquiterapia*: a braquiterapia consiste em uma forma de tratamento desenvolvida em que materiais radioativos são colocados junto ao tumor. Os materiais (fontes) permitem a liberação de altas doses de radiação com baixa energia apenas nas proximidades da área de implantação, sem que um grande número de células normais seja atingido. Há diversos tipos de fontes utilizadas em braquiterapia, dependendo do órgão e do tipo de tumor a ser tratado. Um exemplo de fonte é a semente de iodo 125 utilizada no tratamento de tumores de próstata [3].
- m) *Produção de hidrogéis*: a radiação ionizante é utilizada na reticulação destes sistemas poliméricos, os quais são capazes de absorver água até atingir um estado de equilíbrio e retê-la sem perder

sua forma original. Estes materiais são utilizados com diferentes finalidades como, por exemplo, tratamento de queimaduras e diferentes tipos de lesões de pele. Seu uso normalmente diminui o tempo de cicatrização e a dor [3].

- n) *Produção, separação e controle de qualidade de radioisótopos*: radioisótopos são substâncias utilizadas em diagnóstico e terapia na área de Medicina Nuclear. Ao serem injetados no organismo, estes materiais permitem um diagnóstico rápido do funcionamento de órgãos e, em alguns casos, de seu tratamento. Alguns estudos relacionados a esta área envolvem: localização de lesões inflamatórias e tumores de tecido mole, estudo funcional e morfológico da tireóide, diagnóstico e terapia de diversas funções do organismo humano, tais como tireoideana, renal cerebral, pulmonar, hepato-biliar, cardíaca e do sistema linfático [3].

3.2 MEIO AMBIENTE

Dentre as inúmeras possibilidades de aplicação da radiação ionizante na área do meio ambiente, há vários exemplos de aplicação em análises ambientais e no tratamento de gases, águas residuais e esgoto. Algumas destas linhas de pesquisa são citadas a seguir:

- a) *Aplicação de radioisótopos e radiações em estudos ambientais*: a utilização de radioisótopos e técnicas analíticas baseadas no uso de radiação ionizante possibilita a determinação de elementos radioativos naturais e compostos orgânicos em águas potáveis e residuais, lodos e efluentes visando à sua caracterização e tratamento [3, 8].
- b) *Aplicações e usos de radioisótopos traçadores no meio ambiente*: o uso de técnicas isotópicas fornece informações de grande importância, tais como: a idade de aquífero subterrâneo; o rastreamento de poluentes, uma vez que a poluição da água na superfície pode ser contida por medidas preventivas e controles periódicos, mas é extremamente difícil quando a poluição entra nos reservatórios subterrâneos; o movimento de águas em plantas e a transferência ao longo da cadeia alimentar; a mistura de águas proveniente da superfície com a do reservatório subterrâneo; a quantidade de recarga; a qualidade dos reservatórios; a velocidade de fluxo; o tempo de residência médio; o influxo de águas subterrâneas em lagos; a evaporação; a estratificação de lagos, e a circulação de águas profundas [3, 4].
- c) *Estudo de sedimentos como vetor de contaminação por metais pesados*: por meio da utilização de tecnécio como traçador para sedimento fino em

suspensão e do teor de trítio como indicação de contaminação de águas subterrâneas, é possível realizar a caracterização sedimentométrica e dos teores de metais pesados em estuários visando à preservação e recuperação dos mesmos [4].

- d) *Melhoramento de plantas*: possibilita a geração e ampliação da variabilidade genética utilizando radiações ionizantes e substâncias mutagênicas [8].
- e) *Purificação de gases*: a emissão de óxidos de enxofre e nitrogênio provenientes de instalações industriais representa uma das maiores fontes de poluição ambiental da atualidade. A remoção destes poluentes pode ser realizada utilizando acelerador de elétrons. Neste processo, o gás é resfriado até 70°C e exposto a um feixe de elétrons de alta energia passando através de uma câmara de radiação contendo uma quantidade estequiométrica de amônia previamente adicionada. Assim, os óxidos de enxofre e nitrogênio presentes no gás são convertidos em seus respectivos ácidos, e esses ácidos são posteriormente convertidos em sulfato de amônio e no sal misto de sulfato e nitrato de amônio. O produto obtido pode então ser utilizado como fertilizante na agricultura. As principais vantagens desta tecnologia são: a remoção simultânea de óxidos de enxofre e nitrogênio, a utilização do produto final como fertilizante e a utilização de uma quantidade pequena de água no processo [3, 10].
- f) *Tratamento de águas residuais, lodos e esgotos*: a radiação ionizante pode ser utilizada no tratamento de águas residuais, lodos e esgotos visando à eliminação de microorganismos patogênicos dos mesmos. No caso do esgoto, a irradiação seguida de compostagem pode ser utilizada para a obtenção de fertilizantes aplicados à agricultura [3, 10].
- g) *Radioentomologia*: esta área utiliza técnicas nucleares no manejo integrado de pragas que podem reduzir e, em alguns casos, até erradicar uma população de insetos de uma determinada área. Neste método, insetos criados em laboratório são esterilizados pelo uso da radiação e então liberados para competirem pelo acasalamento com insetos férteis existentes nas lavouras. O cruzamento entre estéreis e férteis não produz descendentes, o que contribui para diminuir a população existente da praga. A grande vantagem dessa técnica é o fato dela ser uma alternativa ao uso de agrotóxicos. São realizados, também, estudos de comportamento de pragas no campo, utilizando-se radioisótopos. Desta forma, é possível localizar onde a praga "se esconde" numa plantação e, com isto, determinar a metodologia a ser aplicada para o seu controle [8].

4 CONCLUSÃO

A pesquisa realizada indica que o profissional de Biomedicina poderá fazer uso da radiação ionizante em trabalhos de pesquisa e desenvolvimento em praticamente todas as áreas que fazem parte de seu currículo básico, e não apenas na imagenologia e na radiologia, áreas estas de aplicação direta desta técnica.

Os resultados obtidos na busca de informações realizadas em instituições de referência na área nuclear, tanto no Brasil quanto no exterior, indicam que há uma enorme gama de possibilidades de interação entre a Biomedicina e a radiação ionizante. Apesar disto, observa-se ser esta área atualmente muito pouco explorada por estudantes e profissionais de Biomedicina, muito provavelmente devido ao desconhecimento das oportunidades que ela oferece.

Os dados obtidos indicam que as diversas oportunidades de atuação do profissional de Biomedicina utilizando a radiação ionizante podem ser agrupadas basicamente em dois grandes grupos: saúde e meio ambiente, sendo que cada um destes grupos apresenta inúmeras linhas de pesquisa, dentre as quais, algumas foram exemplificadas no texto.

5 AGRADECIMENTO

Ao UNILUS pela bolsa de iniciação científica concedida para o desenvolvimento do projeto.

6 REFERÊNCIAS

- [1]. OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. Física para Ciências Biológicas e Biomédicas. São Paulo: Harbra, 1986.
- [2]. REVISTA DO CONSELHO REGIONAL DE BIOMEDICINA. São Paulo: n. 63, 2005.
- [3]. Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares. Disponível em: http://www.ipen.br/scs/orbita/2001_01_02/irradiacao.htm. Acesso em: 26 mar. 2005.
- [4]. Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear. Campos de Pesquisa. Disponível em: http://www.cdtm.br/pesquisa/seg_nuclear_radio.asp. Acesso em: 13 ago. 2005.
- [5]. Instituto de Engenharia Nuclear. Campos de Pesquisa. Disponível em: <http://www.ien.gov.br/areas/radiofarmacos.php>. Acesso em: 27 ago. 2005.
- [6]. Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD). Campos de Pesquisa. Disponível em: <http://www.ird.gov.br/ird4.htm>. Acesso em: 03 set. 2005.
- [7]. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Campos de Pesquisa. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/default2.asp>. Acesso em: 30 jul. 2005.
- [8]. Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA). Campos de Pesquisa. Disponível em: <http://www.cena.usp.br/divisões/portg/divisões.htm>. Acesso em: 10 set. 2005.
- [9]. Agência Internacional de Energia Atômica. Disponível em: <http://www.iaea.org>. Acesso em: 20 ago. 2005.

- [10]. MACHI, S. New trends of radiation processing applications. Radiation Physics and Chemistry. v. 47, p. 333-336, 1996.

BIOMEDICINE AND IONIZING RADIATION: MANY POSSIBILITIES OF INTERACTION

Abstract

Ionizing radiation is the corpuscular or electromagnetic radiation with enough energy to ionize atoms and molecules changing their chemical behavior. The main types of ionizing radiation are electrons, alpha particles, protons, neutrons and X and gamma rays. The Biomedicine professional can apply ionizing radiation to research and development activities in almost every area of his basic curriculum due to the fact that ionizing radiation can be used in Biomedicine with different purposes. The research in order to obtain the main activities involving ionizing radiation and Biomedicine was carried out considering institutes and research centers in Brazil and all around the world that work in this area. The results obtained show that the different applications of ionizing radiation in Biomedicine could be resumed basically in two areas: health and environment. In health, there are many different applications, such as: sterilization of pharmaceutical, medical and surgical materials and human tissues, food irradiation, production of sources for brachytherapy and hydrogels production. Radiation processing is also applied to environment protection activities mainly concerning to environment analysis and flue gas, waste water and sludge treatment.

Keywords: Biomedicine. Ionizing radiation. Health. Environment.

