Energia das radiações: radioatividade natural e artificial, radiações ionizantes e excitantes

Tathianna Cristina Cavalheiro Buonocore[1], Ana Isabel Brito de Oliveira[1], Daiane Santos Farias[1], Fernando Augusto Martinez[1], Gabriela Evangelista da Silva[1], Tais Cristina Lezo[1], Ana Beatriz Carollo Rocha-Lima[1]

[1]Instituto de Ciências da Saúde – Universidade Paulista – UNIP, Jundiaí-SP, Brasil.
Os autores declaram não haver conflito de interesses. Trabalho desenvolvido na área de Radioatividade e Aplicações de Radioisótopos.
Endereço: Universidade Paulista - UNIP, *campus* Jundiaí, Instituto de Ciências da Saúde. Avenida Armando Giassetti, 577 - Vila Hortolândia - Trevo Itu/Itatiba - Jundiaí – SP, CEP 13214-525, Tel.: (11) 4815-2333
*Autor de Correspondência: abeatrizcrl@gmail.com

Resumo

A radioatividade foi uma das grandes descobertas da humanidade. Atualmente, a potencialidade do uso de radiação pode trazer grandes vantagens com a sua aplicação em várias áreas, como na medicina e na indústria. Entretanto, a má utilização dessa forma de energia pode nos trazer várias consequências, sobretudo à saúde dos seres vivos, devido aos efeitos biológicos. Portanto, faz-se necessária a conscientização da população acerca da radiação, evidenciando os avanços positivos que a radiação permite, mas também as consequências à saúde humana e a importância da utilização de forma segura, em prol da saúde humana e do meio ambiente. O presente trabalho de revisão propõe uma análise de aspectos dos diferentes tipos de radiação e explana sobre as suas características principais a fim de que se possa compreender os efeitos, riscos, e benefícios da radioatividade para o ser humano. O presente trabalho de revisão tem como objetivo disponibilizar informações sobre as características fundamentais das radiações e seus efeitos na natureza. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica e o levantamento dos aspectos das radiações na literatura didática e específica.

Palavras-chave: radioisótopos, efeitos, riscos, benefícios.

Radiation energy: natural and artificial radioactivity, ionizing and exciting radiations

Abstract

The radioactivity was one of the great discoveries of humanity. Actually, the potential use of radiation can bring us great advantages with its application in many areas, such as medicine and industry. On the other hand, the bad use of this form of energy can also cause bad consequences to all species, because of the biological effects. Therefore, it's necessary to aware people over the radiation, evidencing the positive advances that the use of radiation allows, but also the consequences to the human health and the importance of the safe use, in favor of human health and the environment. This paper proposes an analysis from different aspects from radiation and explains its main characteristics so that we can understand the effects, risks and benefits of the radioactivity for the human being. The purpose of this review is to provide information on the fundamental characteristics of radiation and its effects on nature. The

methodology used was the bibliographic research and the survey of the aspects of radiation in didactic and specific literature.

Keywords: radioisotopes, effects, risks, benefits.

Introdução

Tudo na natureza é formado por átomos, que são constituídos por nêutrons, prótons e elétrons (Rutherford, 2012). No universo, milhares de átomos estão se desestabilizando a todo o momento e emitindo radiação. Radiação é a passagem de energia de um ponto a outro, seja por meio de ondas eletromagnéticas ou partículas (Okuno & Yoshimura, 2010). Diariamente, toda vida está exposta a radiação.

As radiações podem ser naturais, como as que provêm do espaço sideral ou as que estão presentes na crosta terrestre, ou artificiais, como os raios X e televisões. Podem ser ionizantes, emitidas a partir de partículas, ou excitantes, como o Sol e os raios ultravioletas. Todas essas radiações interagem com os corpos e depositam neles energia (Okuno, 1988).

O presente trabalho de revisão tem como objetivo disponibilizar informações sobre as características fundamentais das radiações e seus efeitos na natureza. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica e o levantamento dos aspectos das radiações na literatura didática e específica.

Histórico

No ano de 1895, o físico alemão Wilhelm Conrad Rontgen descobriu acidentalmente um tipo de raio que era capaz de atravessar o corpo humano. Sem saber que tipo de raio era esse, chamou-o de Raio X. Em seu laboratório, fez um experimento com ampolas de Crookes (um tubo de vidro cheio de gases e baixa pressão): cobrindo as ampolas com papel-cartão e apagando as luzes, Rontgen percebeu que uma tela coberta de platinocianeto de bário havia começado a brilhar quando ele ligou a ampola. Depois de vários testes ele concluiu que os raios vindos da ampola atingiam o platinocianeto de bário e também notou que estes não sofriam desvio do campo elétrico, sensibilizando assim uma chapa fotográfica onde ele pode ver os ossos da mão de sua esposa, Anna Bertha Ludwig (Segrè, 1980).

O cientista francês Antoine Henri Becquerel, em 1896, procurou descobrir mais sobre os fenômenos da radiação e também começou a fazer estudos com substâncias fosforescentes e fluorescentes, e chegou à hipótese que o urânio também emitia Raio X. Logo após a descoberta de Becquerel, o casal Pierre Curie e Marie Curie concluiu que existiam outras substâncias com atividades radioativas, encontrando altos níveis de radioatividade no tório. Marie Cure denominou a propriedade de urânio emitir raios de radioatividade (Okuno, 2018).

Anos depois, Ernest Rutherford identificou a natureza da radioatividade. No ano de 1911, Rutherford apresentou um modelo atômico que ficou conhecido como "Átomo de Rutherford". Pesquisando sobre o urânio, este emitiu uma radiação que foi bloqueada facilmente por uma folha fina de metal, e Rutherford lhe deu o nome de radiação alfa. O urânio emitiu outra fonte de radiação mais penetrante, mas que foi bloqueada por uma espessura bem maior que a anterior, então lhe deu o nome de radiação beta (Tipler, 1981).

Conceitos básicos

Radiação é a transmissão de energia de um ponto a outro do espaço, através de ondas eletromagnéticas, constituídas de campo elétrico e campo magnético, ou por meio de partículas atômicas ou subatômicas energéticas de grande velocidade, como partículas alfa, elétrons, pósitrons, prótons, nêutrons etc. (Yoshimura, 2009).

A radiação pode ser transportada pelo meio material ou no vácuo, de duas maneiras: em partículas ou ondas eletromagnéticas (Yoshimura, 2009). Radiação de partículas, também conhecida como radiação corpuscular, é a energia que se propaga por partículas atômicas ou subatômicas. É constituída por elétrons, prótons e nêutrons (Eisberg & Resnick, 1985).

A radiação eletromagnética foi descrita por James Clerk Maxwel, embora só tenha sido confirmada por Heinrich Hertz. Essa radiação não possui massa, e sim um campo elétrico e magnético. Pode ser definida por ondas que viajam no ar ou no vácuo na velocidade da luz, que também podem transportar energia. A radiação eletromagnética pode ser diferenciada através do comprimento de sua onda (Halliday, 1988).

A energia solar e nuclear também são formas de radiação (Yoshimura, 2009). A radiação solar é transmitida pelo Sol, e o nosso corpo está exposto a essa radiação todos os dias. Podemos distingir três tipos: luz ou radiação visível (composta por radiações de cores distintas que vão do violeta ao vermelho), radiação ultravioleta (radiação energética, capaz de provocar a ruptura de certas ligações químicas) e radiação infravermelha (tem pouca energia e só produz agitação térmica) (Petrin, 2015).

Radiação nuclear é a radiação originada no núcleo de determinados átomos de elementos químicos que não estão estáveis. As radiações nucleares podem ser definidas principalmente por partículas alfa (α), partículas beta (ß) e radiação gama (γ). (Okuno & Yoshimura, 2010) As radiações alfa, beta e gama são extremamente perigosas, mas podem ser de extrema importância para diversas áreas.

Radiação natural

No universo, a cada minuto milhões de átomos estão se desestabilizando, emitindo radiação. Toda a vida do planeta está exposta à radiação natural, desde as primeiras formas de vida na Terra até os dias atuais (Okuno, 1988). Estima-se que a radiação natural é responsável por aproximadamente 50% de nossa exposição, oriunda do meio ambiente e de alimentos que ingerimos (Wissler, 2019).

Embora todas as pessoas estejam expostas à radiação natural, algumas sofrem mais do que outras devido à variabilidade na intensidade de radiação, uma vez que fatores geográficos e os hábitos de vida (decorrentes da utilização de determinados materiais de construção civil, isolação térmica dos ambientes, etc.) podem aumentar a exposição do ser humano à radiação natural (Azevedo, 2005).

Pode-se classificar a exposição à radiação em externa e interna. A exposição externa ocorre de fora para dentro e se deve à radiação cósmica e à radionuclídeos (átomo instável que libera partículas ou energia) naturais terrestres. Já a exposição interna se dá devido aos radionuclídeos que são inalados ou ingeridos. Em geral, a exposição a essas fontes não alcança níveis perigosos, mas certas atividades antropogênicas podem aumentar os riscos (Mc Laughlin, 2015).

As três fontes de radiação natural mais importantes são os raios cósmicos, radionuclídeos naturais e o radônio. A radiação cósmica foi determinada em 1912 por Viktor Franz Hess. A radiação cósmica primária provém do espaço sideral e estima-se que 85% do que atinge a atmosfera são prótons, 14% partículas alfa e 1% núcleos de elementos pesados. Quando essas partículas interagem com átomos da atmosfera, elas criam outras partículas, que fazem parte da radiação cósmica secundária. Algumas partes do globo terrestre são mais afetadas do que as outras devido ao desvio das partículas energéticas pelo campo magnético, o que faz com que a intensidade de radiação seja mínima na região do equador e máxima nos polos. A exposição aumenta também com a altitude: quanto maior a altitude, maior a intensidade da radiação (Okuno, 1988).

A radiação terrestre proveniente de radionuclídeos naturais pode ser encontrada em vários níveis, dependendo da concentração da atividade presente na crosta terrestre. Uma série de radionuclídeos existe no ambiente desde os bilhões de anos que a Terra existe; esses radionuclídeos que ainda se mantém são aqueles cuja meia vida é comparável à idade da Terra. As fontes de radiação mais importantes são o Potássio-40, o Rubídio-87 e outros que tem sua origem na desintegração do Urânio-238 e do Tório-232. Há também na natureza radionuclídeos que são produzidos quando partículas da radiação cósmica interagem com átomos da atmosfera, como o Carbono-14 e o Hidrogênio-3 (Eisendub & Gesell, 1997). A intensidade da radiação varia muito de local para local. Esses radionuclídeos fazem parte das paredes das casas, dos alimentos que ingerimos e do ar que respiramos. Por exemplo, alguns alimentos acumulam algum tipo de radionuclídeo, assim como a castanha-do-Pará, que possui tendência em acumular rádio (Okuno, 1988).

Já o radônio é um gás inerte, produto do decaimento do urânio e tório. A maior parte das doses é causada pelos seus produtos de decaimento. A maior contribuição deste é devida à inalação do radônio em ambientes fechados e posterior decaimento radioativo dentro do organismo (Silva, 2005). Ele está presente no solo em todas as direções, e por ser um gás, se acumula em ambientes fechados. As taxas de exposição dependem do teor de urânio e tório presentes no solo e dos níveis de radioatividade dos materiais de construção utilizados. Os níveis de exposição podem alcançar valores significativos, especialmente quando o terreno ou os materiais de construção apresentam níveis altos de radioatividade. O isolamento térmico pode agravar ainda mais a situação (Mazzilli et al. 2011).

A inalação do ar com altos níveis de Radônio-222 pode ser arriscada à saúde humana, pois os radioisótopos-filhos do 222Rn (Polônio-218 e Chumbo-214) se depositam diretamente no pulmão, possibilitando o desenvolvimento de certos tipos de doenças, como câncer (Silva, 2005). A proteção radiológica estabelece valores de concentração de 222Rn no ar para definir a necessidade ou não de intervenção. O nível de ação é definido perante a taxa de dose equivalente para reduzir a exposição dos indivíduos. Para certos níveis mais elevados, são recomendadas melhorias nas condições de ventilação do ambiente, por exemplo (Mazzilli et al. 2011).

Radiação artificial

A radiação artificial ocorre a partir do bombardeamento com diferentes partículas (próton, alfa, beta,

nêutrons, pósitron, dêutron) em núcleos estáveis de elementos naturais, que se transformam em núcleos de outro elemento. Ou seja, é a transformação de um átomo em um elemento que não aconteceria naturalmente, somente em laboratórios (Fogaça, 2019).

A primeira transmutação artificial foi exercida por Ernest Rutherford em 1919, com o bombardeamento de nitrogênio com partículas Alfa, gerando o oxigênio artificial. Em 1934, os franceses Jean Frédéric Joliot Curie e Iréne-Curie bombardearam o alumínio 13^{27}Al com partículas Alfa $2^{4}\alpha$, e acabaram criando o isótopo de 15^{30}P e um nêutron. Na ocasião também ocorreu a descoberta da emissão de uma partícula nova denominada pósitron ($+1^{o}\beta$), a qual era emitida pelo bombardeamento do elemento fósforo 30 no elemento silício 30 (Fogaça, 2019).

Devido a tantos descobrimentos a partir de reações de transmutação, os seres humanos foram beneficiados com o uso delas na indústria e principalmente na medicina, em que a radiação artificial é usada em aparelhos elétricos como tubos de raios X e no aceleramento de partículas utilizadas em radioterapia. A maior fonte de radiação artificial à qual as pessoas estão expostas é a radiação usada na medicina, principalmente os diagnósticos por imagem como o raio X e os tratamentos contra o câncer como a radioterapia (Wissler, 2019).

Radiação ionizante

Radiação ionizante é a radiação com energia suficiente para retirar elétrons de átomos ou moléculas, produzindo íons. Esse processo é chamado de ionização, nele é formado o par íon negativo e íon positivo. O íon positivo é o átomo que perde o elétron (Okuno, 1988).

As radiações ionizantes podem ser classificadas em diretamente ionizantes e indiretamente ionizantes. São diretamente ionizantes todas as partículas carregadas, como alfa e beta, pois produzem ionizações ao perder energia. As radiações indiretamente ionizantes são os fótons (raios X e raios gama). Nesses últimos a energia é transmitida para a matéria por meio das ionizações produzidas pelas partículas carregadas (Okuno & Yoshimura, 2010).

Partículas alfa (α) são constituídas por dois prótons e dois nêutrons. Estas partículas possuem alta energia sintética, pois o núcleo além de liberar prótons e nêutrons, também libera energia, na forma de energia sintética. Portanto essa energia possui baixo nível de penetração. Por possuir massa energia relativamente maior que as outras, as partículas alfa podem ser facilmente bloqueadas e não conseguem penetrar a camada de pele de uma pessoa, entretanto, podem atingir o organismo através de ferimentos (Pinto & Marques, 2010).

Partículas beta (ß) são formadas por um elétron emitido do núcleo de um átomo, e podem penetrar até um centímetro nos tecidos, podendo causar danos à pele. Quando emitidas, o núcleo perde um nêutron e ganha um próton, assim a massa atômica permanece constante (Pinto & Marques, 2010).

Radiações gama (γ) são radiações formadas por ondas eletromagnéticas, sem partículas, sem massa e sem carga. São extremamente penetrantes, apenas detidas por uma parede de concreto ou barras grossas de chumbo. Devido a sua elevada energia são utilizadas para a esterilização de materiais e descontaminação de produtos alimentícios (Spencer Lima, 2014).

A radiação X é uma forma de radiação eletromagnética, emitida pela camada eletrônica (não nuclear) ou pelo

impacto de elétrons energéticos sobre um alvo (máquina de raios X) (Okuno, 1988).

As radiações ionizantes não são evidentes aos sentidos humanos, o que dificulta a identificação no meio sem o uso de ferramentas específicas. É possível medir a radiação com instrumentos como uma câmara de ionização ou um contador Geiger (Ribeiro, 2014).

Radiação excitante

A excitação eletrônica consiste na sua elevação a um nível energético maior (estado excitado), saindo, portanto, do nível fundamental. Ao retornar ao nível fundamental, a energia perdida pelo elétron é emitida na forma de luz. Quando a radiação incide sobre a matéria interagindo com ela, ocorre transferência de energia. Essa transferência de energia ocorre de maneiras distintas para radiações que têm carga e para as que não têm. Um exemplo disso são as radiações eletromagnéticas (Okuno, 1988).

Na natureza entramos em contato com esses exemplos de radiações quando obtemos contato com o Sol, cuja energia se propaga no vácuo numa velocidade de 300 mil km/s. Dessa energia, cerca de 40% é covertida em energia visível, que pode ser vista a olho nu pelo homem e de cores distintas que vão do vermelho até a cor violeta. Os seres vivos necessitam dessa radiação para realizar atividades metabólicas e assim a vida ocorrer em suas diversas formas (Sousa et al. 2007).

A luz visível é um tipo de radiação que se dá por resultado pela transição de elétrons excitados através de elétrons que passam a ter seus níveis energéticos elevados. Esse tipo de onda tem a capacidade de sensibilizar a retina humana através do mecanismo da visão. Isaac Newton (1643 – 1727) através do experimento com o prisma descobriu que o espectro de luz se propagava em linha reta. Quando o espectro de luz se sobrepunha sobre o prisma, a luz se dispersava em sete cores primárias (Vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta), e a junção dessas sete cores resultava na cor branca. A luz visível tem uma faixa de entre 7,5 x 1014 Hz e 4,0 x 1014 Hz (Patel et al. 2019).

Outra forma de radiação que através da excitação de suas partículas atômicas se transforma em luz é a radiação infravermelha (IV); cerca de 60% da radiação solar se transforma em luz infravermelha. Esta apresenta comprimento de onda maior que o da luz visível, assim não podendo ser captada pela retina e vista pelo homem. A radiação infravermelha é originada da agitação térmica das partículas que constituem os corpos. Por conta dessa agitação, as cargas elétricas dos átomos e moléculas oscilam e chegam a seu ponto de excitação, emitindo radiação eletromagnética, na maior parte das vezes atuando em conjunto com o calor. Esse calor é absorvido por nossos corpos e por objetos, provocando o seu aumento de temperatura. Qualquer corpo que possui temperatura acima de zero kelvin absoluto (-273 °C) transmite radiação infravermelha para a atmosfera (Furtado, 2016).

Outra forma de radiação resultante da excitação de elétrons é a radiação ultravioleta (UV), que possui um menor comprimento de onda eletromagnética. A radiação UV é uma das formas radioativas que mais influenciam na biosfera. O planeta Terra tem uma forma natural de inibir a alta concentração de raios ultravioletas vindos do Sol, que é a camada de Ozônio, uma camada composta por gases densos que limitam o acesso dos raios para a biosfera (Lopes et al. 2015). A radiação ultravioleta se divide em três

formas espectrais de luz, nas quais, o critério para diferenciar um das outras é a força de alcance de seu espectro:

- Os raios UVA (de ondas na faixa entre 320 a 400nm) são os de maior incidência na superfície terrestre, e é o único raio que passa pela camada de ozônio e também o que tem maior comprimento de onda. Essa radiação se propaga em qualquer hora do ciclo de rotação terrestre e com o poder de radiação constante a todo o momento.
- Os raios UVB (de onda na faixa entre 280 a 320 nm) são parcialmente absorvidos pela camada de ozônio, e por consequência tem seu período de incidência maior durante os dias de verão.
- Os raios UVC (de ondas menores que 280 nm) são a radiação que menos se aproxima da luz visível, porém por conta da sua eficácia antibactericida é muito nocivo para a biosfera, mas é completamente absorvido pela camada de ozônio por conta da sua baixa incidência. É mais aplicado no processo de esterilização de materiais cirúrgicos (Braga et al. 2005).

Riscos e benefícios

As radiações ionizantes podem ser usadas com grandes benefícios para a sociedade em diversas áreas, como na área da saúde e industrial. Algumas aplicações industriais que utilizam a radiação ionizante produzida por fontes radioativas ou aceleradores de partículas são:

- Radiografia industrial para fazer o controle de qualidade de materiais e equipamentos a partir de raios X de alta energia ou radiação gama de média e alta energia.
- Medidores nucleares, dispositivos que usam radiação associada a um detector, que permite saber se o material medido está no nível estabelecido, ou não.
- Radiadores industriais, instalações que permitem o tratamento de materiais e alimentos que precisam de esterilização biológica, modificando algumas de suas propriedades físico-químicas ou impedimento de brotação ou apodrecimento.
- Aceleradores de elétrons de baixa energia, que são utilizados para tratamento de materiais em indústrias (Pino & Giovedi, 2013).

De forma geral, as aplicações das radiações na saúde compreendem o campo da radiologia, podemos citar as seguintes utilizações:

- Radioisótopos, que podem ser empregados com o propósito de diagnóstico, fornecendo informações sobre o tipo ou extensão da doença.
- Radiografia, que utiliza raios X no processo de produção de imagem de estrutura interna do corpo, com o propósito de diagnóstico (Okuno & Yoshimura, 2010).

Diversas outras áreas também utilizam a radiação em beneficio da humanidade. A radiação na agricultura é utilizada para a melhoria da qualidade de alimentos, contribuindo para o aumento de duração do alimento, e também para evitar a propagação de doenças. As indústrias também utilizam a radiação para radiografia de peças metálicas ou gamagrafia industrial, bem como para a detecção de vazamentos e falhas de lâminas. Na medicina, a radiação é utilizada não só no diagnóstico, mas também no tratamento de pacientes através dos radiofármacos e da radioterapia, que utiliza radiação gama ou raios X na eliminação de tumores cancerígenos (Oliveira, 2011). A radiação artificial pode ser utilizada na geologia, para o estudo da dinâmica em reservas e lagos. Outras fontes de

radiação artificial têm como produtos os combustíveis, os "starters" de lâmpadas fluorescentes, o vidro oftálmico (usado em óculos), os sistemas de segurança usados em raios X, as televisões etc. (Azevedo, 2005; Wissler, 2019). A radiação infravermelha pode ser utilizada para o diagnóstico de doenças inflamatórias, nas áreas militares (localização em infravermelho, direcionamento de mísseis com extrema precisão em um alvo) e na confecção de lasers e aparelhos espectroguiados (controle remoto de aparelhos eletrônicos).

Com base no relatório da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Câmara dos Deputados, quando o corpo humano é exposto a grandes quantidades de radiação, seus efeitos podem gerar muitos e vários tipos de risco à saúde e também prejudicar futuras gerações. A gravidade dependerá da dose absorvida, tempo de exposição e forma exposição. Se a dose for alta, consequentemente muitos tecidos e órgãos serão afetados.

Nosso corpo é formado por átomos unidos por forças elétricas, formando moléculas. O processo de ionização nos átomos de alguma molécula do corpo causa um desequilíbrio, resultando na quebra da molécula. Essas moléculas podem pertencer a partes essenciais da célula, como o DNA (Nouailhetas, 2005).

Os efeitos biológicos podem ser classificados quanto ao mecanismo de ação em direto ou indireto. Mecanismo direto se dá quando a radiação atua diretamente sobre uma molécula importante, como o DNA, podendo causar desde alterações genéticas até morte celular. Já o mecanismo indireto é quando a radiação atua na molécula de água. A molécula da água é quebrada, formando radicais livres que podem atingir outras moléculas importantes para a atividade celular (Okuno, 2013).

Os efeitos biológicos também podem ser classificados quanto à natureza: reações teciduais e efeitos estocásticos. As reações teciduais ocorrem com uma alta dose de radiação, podendo causar a morte celular de um número grande de células de um órgão a ponto dele ter seu funcionamento prejudicado. Já os efeitos estocásticos ocorrem proporcionalmente à dose de radiação recebida. São sempre tardios e independentes da quantidade de dose, mas a probabilidade de ocorrência aumenta com a dose. Doses pequenas podem induzir tais efeitos, dentre eles o câncer (Okuno, 2013).

As radiações alfa tem curta penetração na matéria, sendo alguns centímetros no ar e alguns micrômetros em tecido biológico (menos que a camada externa de células mortas). Porém, se dentro do corpo, podem ser muito perigosas. As radiações beta são capazes de penetrar quase um centímetro nos tecidos, ocasionando danos à pele, mas não aos órgãos internos, a não ser que sejam ingeridas. As radiações gama são capazes de penetrar profundamente na matéria. Tem menor produção de íons que as partículas alfa e beta, consequentemente a blindagem torna-se mais difícil, geralmente feita com chumbo (Okuno & Yoshimura, 2010; Spencer Lima, 2014). A radiação X tem uma dificuldade de blindagem e o poder de penetração semelhante às radiações gama (Okuno, 1988).

Portanto, assim como a radiação pode ser utilizada para o tratamento de câncer, ela também pode gerar outros tipos de câncer. Por exemplo, quando retiramos um Raio X do crânio ou pescoço, a possibilidade de gerar câncer é de 100.000 a 1.000.000 (Paganine, 2012).

Proteção radiológica

A aplicação da radiação ionizante em diversas tecnologias permitiu avanços que beneficiaram diferentes áreas da sociedade, como na indústria e na medicina. Essas utilizações se desenvolvem constantemente e, consequentemente, aumentam também a necessidade de prevenção e preparação para o recebimento dessa radiação perante emergências e riscos à saúde e ao meio ambiente.

A proteção radiológica segue quatro princípios:

- Justificativa da prática, onde o benefício gerado pela radiação supere qualquer dano à saúde causado por sua exposição.
- Otimização da proteção, de forma que as pessoas expostas tenham máxima preservação de sua saúde e segurança
- Limitação de doses estabelecidas em normas nacionais e internacionais.
- Prevenção de acidentes em locais de trabalho, com análises de riscos e instalações que garantem a segurança, diante de emergências (Xavier et al. 2006).

Considerações finais

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise das características dos diversos tipos de radiação e dos efeitos que elas produzem ao interagir com a matéria, com destaque em suas aplicações. Todas essas radiações interagem com os corpos e depositam neles energia.

A radiação tem importantes aplicações, proporcionando diagnósticos precisos e podendo salvar vidas, ou sendo de grande relevância econômica; há mais inúmeras formas de utilização dessa fonte de energia e que estão em desenvolvimento para serem colocadas em prática futuramente, visando melhores condições de vida para a população. Entretanto, conhecendo seus efeitos biológicos, qualquer uso que se faça dela requer muita pesquisa e responsabilidade, com uma aplicação feita de forma criteriosa, e sempre aplicando conceitos de proteção radiológica.

Dada à importância do assunto, torna-se necessário o compartilhamento de informações acerca da radiação, colocando em evidência o fato de que a radiação pode ser uma ferramenta útil para o desenvolvimento de várias áreas e como é importante utilizá-la de forma segura e responsável e em favor da saúde, da vida e da natureza.

Referências

Azevedo, A. Radioproteção em serviços de saúde. FIOCRUZ - Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: http://www.fiocruz.br/biossegurancahospitalar/dados/material10.pdf. Acesso em: 26/05/2019.

Braga, B., Hespanhol, I., Conejo, J. G. L., Barros, M. T. L., Spencer, M., Porto, M., Nucci, N., Juliano, N., & Eiger, S. Introdução à engenharia ambiental. 2ª edição. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

Eisberg, R., & Resnick, R. Física quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas. 2ª Edição. São Paulo: Elsevier Campus, 1985.

Eisenbud, M., & Gesell, T. F. Environmental radioactivity from natural, industrial and military sources: from natural, industrial and military sources. 4th Edition. California: Academic Press, 1997.

Fogaça, J. R. V. Radioatividade artificial. 2019. Disponível em: https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/radioatividade-artificial.htm. Acesso em: 26/05/2019.

Furtado, L. P. Radiação eletromagnética e Radioatividade-uma abordagem em aulas de Química do ensino médio em busca da (re) significação do conhecimento dos alunos. Dissertação de Mestrado. Brasília: Universidade de Brasília, 2016.

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. Ondas eletromagnéticas. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 1988.

Lopes, F. M., Da Cruz, R. D. O., & de Aleluia Batista, K. Radiação ultravioleta e ativos utilizados nas formulações de protetores solares. Ensaios e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde, v. 16, n. 4, 2015.

Mazzilli, B. P., Máduar, M. F., & Campos, M. P. Radioatividade no meio ambiente e avaliação de impacto radiológico ambiental. São Paulo: IPEN, 2011.

Mc Laughlin, J. P. Some characteristics and effects of natural radiation. Radiation protection dosimetry, v. 167, n. 1-3, p. 2-7, 2015.

Nouailhetas, Y. (org). Radiações Ionizantes e a vida. Rio de Janeiro: CNEN, 2005.

Okuno, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: acidente radiológico de Goiânia. estudos avançados, v. 27, n. 77, p. 185-200, 2013.

Okuno, E. Radiação: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo: Harbra, 1988

Okuno, E. Radiação: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo: Oficina de textos, 2018

Okuno, E., & Yoshimura, E. M. Física das radiações. São Paulo: Oficina de textos. 2010.

Oliveira, M. A. C. Os benefícios advindos do uso da radiação em Medicina. 20/04/2011. Disponível em: http://www.fleury.com.br/medicos/educacao-medica/artigos/Pages/os-beneficios-advindos-do-uso-da-radiacao-em-medicina.aspx. Acesso em: 26/05/2019.

Paganine, J. Os benefícios e os perigos da radioatividade. 25/09/2012. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/vitimas-do-cesio-137-pedem-assistencia-medica-para-todos/os-beneficios-e-os-perigos-da-radioatividade. Acesso em: 26/05/2019.

Patel, N., Vo, K., & Hernandez, M. Electromagnetic Radiation. 2019. Disponível em: https://chem.libretexts.org/. Acesso em: 26/05/2019.

Petrin, N. Radiação Solar. 03/06/2015. Disponível em: https://www.estudopratico.com.br/radiacao-solar-insolacao-comprimento-de-onda-e-composicao-espectral/. Acesso em: 26/05/2019.

Pino, E. S., & Giovedi, C. Radiação ionizante e suas aplicações na indústria. UNILUS Ensino e Pesquisa, v. 2, n. 2, p. 47-52, 2013.

Pinto, G. T., & Marques, D. M. Uma proposta didática na utilização da história da ciência para a primeira série do Ensino Médio: a radioatividade e o cotidiano. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces, v. 1, p. 27-57, 2010.

Ribeiro, D. Contador de Geiger-Müller. Revista de Ciência Elementar, v. 2, n. 4, 2014.

Rutherford, E. The scattering of α and β particles by matter and the structure of the atom. Philosophical Magazine, v. 92, n. 4, p. 379-398, 2012.

Segrè, E. Dos Raios X aos Quarks-físicos modernos e suas descobertas,

trad. Wamberto H. Ferreira. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1980.

Silva, A. A. R. D. Radônio e filhos em residências da cidade de São Paulo. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

Sousa, W. B., Pietrocola, M., & Ueta, N. Física das radiações: uma proposta para o ensino médio. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

Spencer Lima, L. Revista de Ciência Elementar, 2(4), 2014.

Tipler, P. A. Física moderna. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.

Wissler, Ruth. Entendendo a radiação médica. © Siemens Healthcare GmbH 2019. Disponível em: http://www.radiacao-medica.com.br/. Acesso em: 28/05/2019.

Xavier, A. M., Moro, J. T., & Heilbron, P. F. Princípios básicos de segurança e proteção radiológica. UFRGS, 3ª Edição, 2006.

Yoshimura, E. M. Física das Radiações: interação da radiação com a matéria. Revista Brasileira de Física Médica, v. 3, n. 1, p. 57-67, 2009.