

INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM A MATÉRIA: “aloe vera (babosa) como coadjuvante no tratamento radioterápico da mama”

Clayton Roberto Vallim Furtunato¹, Déborah Reis Alvarenga Romano¹, Francisco Sérgio Silva de Oliveira¹

¹ Centro Universitário do Sul de Minas, Unis-MG, Brasil

RESUMO

Neste artigo é realizado uma abordagem física e bioquímica relativo aos mecanismos da interação da radiação com a matéria e suas consequências durante o procedimento em que a aplicação das radiações ionizantes são fundamentais para eliminação de células neoplásicas. Devido aos detrimientos causados pelas radiações ionizantes, a aplicação da Aloe vera (babosa) é sugestiva como um tratamento complementar específico para as radiodermites apresentadas durante o tratamento radioterápico. Assim, o objetivo deste trabalho é descrever o mecanismo de interação, seus efeitos e, investigar por meio de literaturas, os efeitos da Aloe vera no tecido biológico vivo.

Palavras-Chave: Radiações ionizantes. Radiodermites. Detrimientos. Tratamento complementar.

ABSTRACT

This paper conducted a physical approach and biochemistry on the mechanisms of radiation interaction with matter and its consequences during the procedure in which the application of ionizing radiation are essential to eliminate cancer cells. Due to the detriments caused by ionizing radiation, the application of Aloe vera is suggestive as a complementary specific treatment for radiodermatitis presented during radiotherapy treatment. The objective of this paper is to describe the interaction mechanism, its effects and investigate through literature, the effects of Aloe vera in the living biological tissue.

Key Words: Ionizing radiation. Radiodermatitis. Detriments. Complementary treatment.

INTRODUÇÃO

Dentre as práticas no setor médico, a radioterapia é uma das áreas que usufruem do avanço tecnológico para fins terapêuticos. Ela utiliza o êxito obtido pela Engenharia Biomédica na elaboração de equipamentos e ainda dispõe de Físicos – Médicos para otimizar o tratamento aplicando conceitos fundamentais de proteção contra as radiações ionizantes.

Porém, mesmo com o avanço tecnológico e o olhar físico, a aplicação das radiações ionizantes para erradicar a célula neoplásica danifica as células sadias nas regiões circunvizinhas à mesma, apresentando detriments causados pela interação da radiação com a matéria, que neste caso é o tecido biológico vivo. Tais detriments, ou efeitos colaterais, possuem sua particularidade e podem variar entre os indivíduos, tipo e localização da célula neoplásica, dose utilizada no tratamento e sua qualidade e, também a qualidade de vida do paciente.

Tais efeitos derivados do tratamento geralmente ocorrem à partir da segunda ou terceira semana, podendo prolongar até várias semanas, meses ou anos após a última dose de tratamento, onde podem ser citados os problemas de pele: ressecamento, coceira, bolhas derivadas das queimaduras ou descamação. Porém, se os danos se tornarem graves, todo parâmetro de tratamento deverá ser revisado, podendo haver a necessidade de redução na dose, sendo necessário prolongar o tratamento ou até mesmo a interrupção do mesmo.

Notando tais relações entre dose e efeito, a necessidade da otimização no tratamento e uma melhora na qualidade de vida do paciente a ser tratado, as propriedades da Aloe Vera (Babosa) podem enquadrar como coadjuvante no tratamento por possuir rápida absorção e penetrabilidade profunda na pele, bem como seu poder anestésico e cicatrizante. Ela estimula a circulação sanguínea, reduzindo a probabilidade da ocorrência de inflamações e favorecendo o surgimento de novos tecidos nutridos.

Lorenzi e Matos (2008) destacam a ação positiva da Aloe Vera afirmando que o sumo mucilaginoso de suas folhas é dotado de atividade cicatrizante e antimicrobiana sobre bactérias e fungos.

Gomes (2010) transporta o conceito teórico e aplica em campo reportando a existência de um grande interesse dos profissionais da área de saúde envolvidos no tratamento radioterápico acerca das propriedades da Aloe vera para aplicação no tratamento das radiodermites, que é um efeito colateral muito comum da radioterapia.

Arrieira (2010) realiza uma proposta onde o intuito é obter dados qualitativos quanto a aplicação da Aloe vera, destacando os mesmos benefícios positivos.

Assim, o norte deste trabalho é procurar descrever os mecanismos envolvidos durante o processo de interação da radiação e suas consequências físicas e químicas, conforme descrito na seção 2 e 2.1. Após a compreensão dos mecanismos de interação, a seção 3 aborda a ação da Aloe vera e sua aplicação como adjuntante no tratamento radioterápico, ou seja, a aplicação da herbácea juntamente com o tratamento convencional para auxiliar no combate às radiodermites causadas pelas radiações ionizantes.

INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM A MATÉRIA

É incontestável os benefícios que a aplicação das radiações ionizantes¹ (RI) trazem para a prática médica, porém, estes resultados positivos são observados quando suas propriedades ionizantes são aplicadas de forma consciente.

Na prática médica encontramos vários exemplos onde são aplicadas as propriedades das RI's para fins de diagnósticos, terapia ou tratamento, tais como a radiologia e a tomografia para geração de imagens radiográficas (utilização dos raios X²), medicina nuclear para estudos fisiológicos, diagnósticos ou terapia com a aplicação de radiofármacos³ (utilização de raios gama⁴) e radioterapia para tratamento de tumores (utilização de raios X ou raios gama), respectivamente.

Assim, para que ocorra uma utilização segura faz necessário o entendimento acerca do mecanismo que fundamenta e possibilita a aplicação de fontes radioativas ou geradores de radiação ionizante para finalidades específicas junto à prática médica, a interação da radiação com a matéria e seus detrimientos.

Segundo Yoshimura (2009) a Física das Radiações é o ramo da Física que investiga os mecanismos da interação da radiação ionizante com a matéria, com interesse no produto de

¹ “É qualquer radiação, com ou sem massa de repouso, que pode remover elétrons de átomos e moléculas.” (YOSHIMURA, 2009)

^{2 - 4} “Os raios X, como os raios gama, são ondas eletromagnéticas e, portanto, sua velocidade de propagação é a da radiação eletromagnética e vale $c = 3 \times 10^8$ m/s no vácuo. Eles se diferem somente quanto à origem, pois os raios gama provêm do núcleo ou da aniquilação de partículas, enquanto que os raios X têm sua origem fora do núcleo.” (OKUNO et al. 1982)

³ “Radiofármaco é o produto da marcação entre um fármaco específico e o respectivo elemento radioativo apropriado para a execução do procedimento em medicina nuclear.” (OKUNO et al. 1982)

tais interações, e em particular na transferência de energia para o meio de interação⁵ que causaram danos no local irradiado.

Tauhata et al. (2003) afirmam que os detrimientos causados às células pela interação da radiação são úteis para a prática médica e, o fato de radiações com poder penetrante, tais como, raios X e gama, induzirem danos em profundidades do organismo humano e, causando morte celular permitem ser empregados na radioterapia a fim de atuarem como adjuvante em combinação com a cirurgia de mastectomia ou no tratamento conservador após a tumorectomia (retirada apenas do tumor com margem de segurança).

Em contrapartida, com a absorção exponencial do feixe de radiação ionizante incidente em função da espessura de tecido penetrado, a dose de radiação que o tecido recebe é muito maior na superfície onde ocorreu a incidência do que no ponto onde localiza o tumor, acarretando em uma dose desnecessária mais elevada no tecido superficial e em um ponto intermediário logo abaixo dele.

O efeito Físico predominante neste processo de ionização ocorrendo como espalhamento de caráter inelástico é o Efeito Compton, onde segundo Yoshimura (2009) trata-se do espalhamento de um fóton⁶ por um elétron livre do material, onde há transferência de parte da energia e do momento do fóton para o elétron, e um fóton com energia restante é espalhado em outra direção.

Matematicamente podemos relacionar a intensidade do feixe de radiação emergente em associação ao feixe de radiação incidente através da expressão 1, a seguir:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x} \quad [1]$$

Em que,

I = Intensidade do feixe emergente;

I₀ = Intensidade do feixe incidente;

e = base dos logaritmos neperianos;

μ = probabilidade do feixe sofre atenuação devido ao espalhamento predominante;

x = espessura que será atravessada pelo feixe de radiação.

⁵ “Interação é o termo que representa, na Física, a ação de uma força e os detrimientos causados por tal interação.” (YOSHIMURA, 2009)

⁶ “Max Planck (1901) e Albert Einstein (1905) formularam a teoria dos quanta. Segundo essa teoria, a radiação eletromagnética é emitida e se propaga descontinuamente, em pequenos pulsos de energia, chamados de pacotes de energia, quanta ou fótons.” (OKUNO, 1986)

A figura 1 ilustra o processo de atenuação para um feixe da radiação com determinada intensidade incidente I_0 .

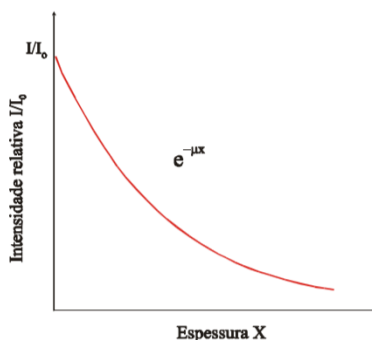


Figura 01 – Atenuação de um feixe de radiação em função de uma determinada espessura (TAUHATA, 2003)

A fim de minimizar tais dosagens desnecessárias nos tecidos sadios, aplicam-se feixes de radiação em diferentes pontos de incidência e, com dosagens proporcionais cuja soma satisfaça a quantidade total suficiente para o tratamento de modo que a dose induza morte às células neoplásicas e minimize danos ao tecido sadio que encontram-se no trajeto anterior ao ponto onde situa o tumor (SALVAJOLI, 2013).

Consequências físicas e químicas da interação das radiações ionizantes com a matéria

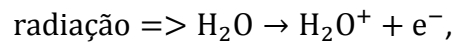
Yoshimura (2009) afirma que o espalhamento de um fóton por um elétron livre do material, onde há transferência de parte da energia e do momento do fóton para o elétron, e um fóton com energia restante é espalhado em outra direção, isto implica em desequilíbrio entre os íons negativos e positivos do átomo que interagiu com a radiação ionizante. Assim, em busca de eliminar o desequilíbrio causado pela interação, um rearranjo de elétrons faz necessário para o restabelecimento do equilíbrio eletrônico e, neste momento em busca do restabelecimento do equilíbrio pode resultar na perda de configuração fundamental para execução de sua função em seu meio, dando origem à moléculas estranhas não pertinentes ao seu meio (COX; NELSON, 2011).

Como sabemos, a molécula da água é a mais abundante em um organismo vivo e constitui em aproximadamente 2×10^{25} moléculas de água por quilograma, permitindo concluir que ao ocorrer uma exposição às radiações ionizantes as moléculas mais irradiadas serão as de água, assim denominado-se radiólise.

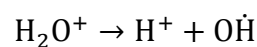
Segundo Tauhata et al. (2003) o intervalo de tempo para que ocorra o restabelecimento do

equilíbrio denomina-se fase fisicoquímica e dura cerca de 10^{-10} segundos. Neste intervalo de desequilíbrio momentâneo os radicais livres⁷, íons e os agentes oxidantes podem atacar moléculas importantes que constituem a célula, podendo também atacar substâncias que compõem o cromossomo.

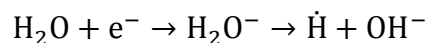
De acordo com Tauhata et al. (2003) o processo de radiólise ocorre da seguinte maneira:



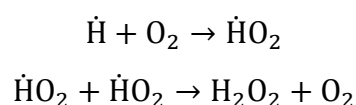
onde, o íon positivo é o H_2O^+ e o íon negativo é e^- . O íon positivo ao dissociar-se forma o radical hidroxil, conforme configuração a seguir:



O elétron, ataca uma molécula neutra de água, dissociando-se e formando o radical hidrogênio, como segue:



Assim, dentro da célula ou em presença de Oxigênio o radical de hidrogênio $\dot{\text{H}}$ forma através de combinações o radical peroxil $\dot{\text{H}}\text{O}_2$, que também irá se recombinar, formando o peróxido de hidrogênio H_2O_2 , comumente conhecida como água oxigenada. Esta recombinação promove os radicais e o peróxido de hidrogênio, reduzindo ou oxidando as moléculas biológicas. A seguir é demonstrado como ocorrem as combinações:



Portanto, de acordo com os processos acerca da interação da radiação com a matéria e suas consequências físicas e químicas abordadas nos tópicos anteriores podemos enxergar mais claramente uma justificativa da ocorrência dos efeitos indesejáveis sob a ação dos radicais livres durante o tratamento radioterápico, permitindo associar os seguintes efeitos na pele, tais como o ressecamento, a coceira, as bolhas causadas pelas queimaduras e a descamação.

⁷ “São entidades químicas, altamente reativas em decorrência da presença de átomos cuja última camada não apresenta o número de elétrons que conferiria estabilidade à estrutura.” (NOUAILHETAS, [2003?]).

A AÇÃO DA ALOE VERA E SUA APLICAÇÃO

Aloe ferox Miller, *Aloe africana* Miller, *Aloe spicata* Baker, *Aloe barbadensis* Miller são nomes científicos que remetem à *Aloe vera* “babosa” que constitui a família botânica das Angiospermae – Asphodelaceae conhecida anteriormente por Liliaceae. Lorenzi e Matos (2008) abordam termos popularmente conhecidos que também remetem à planta herbácea, tais como: aloé, babosa, babosa-grande, babosa-medicinal, erva-de-azebre, caraguatá, caraguatá-de-jardim, erva-babosa, aloé-do-cabo.

Esta planta já era utilizada pelos judeus afim de retardar a putrefação das pessoas mortas, para tal eles aplicavam o extrato de aloé em lençóis juntamente com mirra e, posteriormente envolviam os mortos, na medicina ocidental seu uso mais corrente é aplicando o extrato de aloé para tratamento dos cabelos (LORENZI; MATOS, 2008)

Além das aplicações tradicionais citadas acima, a *aloe vera* “babosa” é utilizada em larga escala como laxante pelas indústrias farmacêuticas, pois suas folhagens são constituídas por compostos de natureza antroquinônica e, de acordo com Falkenberg (2001) a constituição de substâncias ativas de quinonas⁸ em suas folhagens propicia sua utilização terapêutica.

Outra aplicação do gel extraído da babosa é no cotidiano de pessoas que estão sendo submetidos ao tratamento radioterápico. Na seção 2.1 deste artigo foi reportado às consequências físicas e químicas da interação da radiação com a matéria, onde os detrimientos causados pelas radiações ionizantes permitem que o sumo mucilaginoso (gel) seja aplicado com uso tópico para auxiliar no processo de nutrição do tecido irradiado durante o período de tratamento radioterápico, sendo assim, suas propriedades cicatrizantes, anti-inflamatória, hidratantes são amplamente divulgadas popularmente em busca da melhora dos sintomas e respectiva melhora da qualidade de vida.

Lorenzi e Matos (2008) afirmam que uma análise fitoquímica das folhas da babosa revela a existência de aloínas e uma mucilagem composta de um polissacarídeo complexo, o aloferon que assemelha-se à arabinogalactana. A existência deste polissacarídeo permite a ocorrência da ação cicatrizante e, o complexo constituído pelo aloferon e as antraquinonas auxiliam nas ações antimicrobianas sobre as bactérias e os fungos.

Já Falkenberg (2001) aponta dois tipos de aloés e apresenta suas diferenças quantitativas e

⁸ “São compostos orgânicos que podem ser considerados como produtos da oxidação de fenóis.” (FALKENBERG, 2001).

qualitativas entre eles. Propõem que “tanto o aloé-do-cabo quanto o aloé-de-curaçao apresentam altos teores de aloína A e B (também chamadas aloína e barbaloína, respectivamente), que são os principais constituintes de ambos, chegando de 13 a 27% (Cabo) ou 25 a 40% (Curaçao).” As estruturas desses compostos podem ser abstraídas a seguir conforme ilustrado na figura 2.

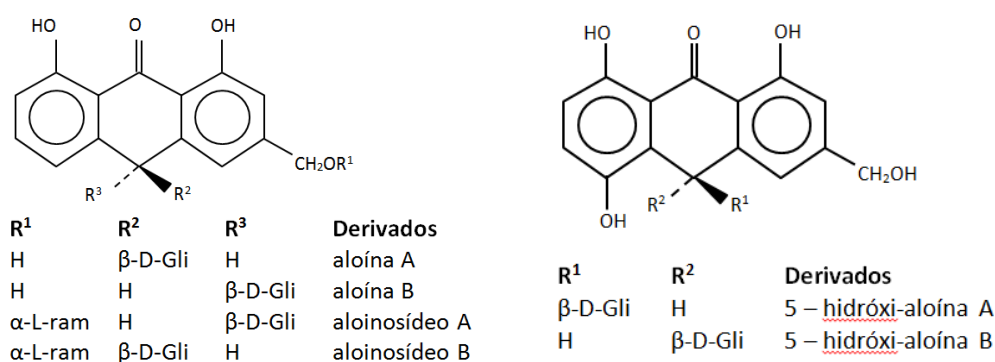


Figura 02 – Principais hidroxiantracênicos presentes na babosa. FALKENBERG (2001)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos específicos voltados à Radioproteção confirmam que os detrimientos causados pela interação da radiação com a matéria estão relacionados com os fatores dose-efeito, sendo assim, relacionando tais causas derivadas da respectiva interação, as diversas propriedades positivas da A. Vera encaixam para somar e trazer uma melhora da qualidade de vida para o paciente durante o período de tratamento radioterápico.

Tyler (2009) aponta um importante fator quanto a instabilidade da mussilagem extraída da babosa, o gel mussilaginoso sofre decomposição durante a produção ou até mesmo durante a estocagem do produto extraído e também, sua composição é pouco conhecida desse modo, para a aplicação do gel durante o tratamento radioterápico requer um estudo mais detalhado quanto a estabilidade do produto e conhecimento mais aprofundado de sua composição.

Vale salientar que, devido a existência de uma família botânica ampla, é importante conhecer e identificar, datar por meio ensaios de pureza, para que assim, possa avaliar quantitativamente e qualitativamente qual aloé é mais específica para o fim a que será destinado, tanto como coadjuvante nos tratamentos radioterápicos da mama, quanto nas diversas aplicações radioterápicas.

REFERÊNCIAS

ARRIEIRA, I. C. et al. UTILIZAÇÃO DA BABOSA NO COTIDIANO DE USUÁRIOS PORTADORES DE CÂNCER. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador, v. 34, n.4, p. 773 – 782, out./dez. 2010.

COX, M. M; NELSON, D. L. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 1273.

FALKENBERG, M. B. Quinonas. In: BABOSA, Simões, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3. ed. rev. Porto Alegre/Florianópolis: Universidade/UFRGS - Universidade/UFSC, 2001. p. 555-580.

GOMES, P. B. B. S. **USO DA ALOE VERA NA PROFILAXIA DE RADIODERMITE EM PACIENTES PORTADORAS DE CÂNCER DE MAMA SUBMETIDAS À CIRURGIA E TRATADAS COM RADIOTERAPIA ADJUVANTE**. 2010. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Fundação Antônio Prudente, Escola Cearense de Oncologia, 2010.

LEITE, M. T. T.; FARIA, S. L. In: tumor de mama. SALVAJOLI, J. V.; SOUHAMI, L.; FARIA, S. L. **Radioterapia em Oncologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2013. p. 819-835.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. São Paulo: Insituto Plantarum de Estudos da Flora, 2008. p. 576.

NOUAILHETAS, Y.; ALMEIDA, C. E. B.; PESTANA, S. **Radiações Ionizantes e a Vida**. Rio de Janeiro: CNEN, [2003]. p. 42.

OKUNO, E.; CALDAS, I. L.; CHOW, C. **Física para Ciência Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harbra, 1986. 490 p.

TAUHATA, L. et al. **Radioproteção e Dosimetria: fundamentos**. 5. rev. Rio de Janeiro: IRD/CNEN, 2003. p. 239.

TYLER, V. E. **Herbs of choice: the therapeutic use of phytomedicinals**. 3. ed. USA: CRC Press, 2009. p. 296.

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