

Teorias e Métodos da **BIOFÍSICA**

Sabrina Passoni Maravieski
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Sabrina Passoni Maravieski
(Organizadora)

Teorias e Métodos da Biofísica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

T314 Teorias e métodos da biofísica [recurso eletrônico] / Organizadora
Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora,
2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-189-3

DOI 10.22533/at.ed.893191403

1. Biofísica. I. Maravieski, Sabrina Passoni.

CDD 571.4

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Teorias e Métodos da Biofísica” faz parte de uma série de livros publicados pela Atena Editora, e neste volume único, em seus 12 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados nas diversas áreas da biofísica, bem como relação com outras áreas que esta exige nos dias atuais.

A biofísica é uma ciência interdisciplinar na qual se emprega as teorias, os métodos ou técnicas específicas da física para resolver questões biológicas. Atualmente, com o avanço tecnológico a biofísica está presente na maioria das ciências da saúde, tais como: Medicina, Fonoaudiologia, Odontologia, Enfermagem, Terapia Ocupacional, Fisioterapia, Bioengenharia e Biomedicina. Na área de Ecologia, temos também a biofísica Ambiental. Algumas especializações em biofísica podem ser ainda multidisciplinares, como por exemplo: a Bioinformática, a Biologia Estrutural, Toxicologia Ambiental e Biologia de Sistemas.

Dessa forma, o leitor poderá encontrar nesta obra, uma variedade pesquisas cujas áreas que envolvem a biofísica estão interligadas nas quais muitos pesquisadores buscam por soluções emergentes. A interdisciplinaridade entre estas diversas áreas aqui citadas é um processo natural e inevitável, pois a formação dos profissionais das ciências da saúde ou biológicas, seja qual for a sua formação, necessita da relação entre diversas áreas do conhecimento.

Hoje o profissional se destaca pela capacidade de saber inovar e alcançar resultados positivos em suas pesquisas com base nas diversas ciências, utilizando uma ou mais tecnologias. Isso se faz possível se este profissional tiver conhecimento das demais áreas, pois não basta ser bom em uma única ciência, é preciso ser multi-intelectual.

Nesta obra, portanto, o leitor poderá encontrar parcerias estabelecidas entre diversas áreas do conhecimento de diversos departamentos de pesquisa: Engenharia Elétrica e de Computação, Semicondutores, Biocalorimetria, Bioquímica Médica, Nanotecnologia e Nanomedicina, Bioquímica e Biofísica, Farmácia, Química do Estado Sólido, Ciências Médica, Clínica Médica (Nefrologia), Radioterapia, Histologia e Embriologia, Biofísica e Radiobiologia, Morfologia e Fisiologia Animal, Nanociências e Materiais Avançados.

Logo, este volume é dedicado à interdisciplinaridade nas diversas áreas das Ciências da Saúde e Biológica, pois o mercado atual exige uma revolução tecnológica e cabe a aos pesquisadores, dessas diversas áreas, buscar conhecer as demandas atuais para promover essas inovações de forma interdisciplinar, e não isoladamente. Neste sentido, esta obra foi dividida em 6 áreas temáticas da Biofísica: Bioeletricidade, Bioestatística, Biomecânica, Biofísica Ambiental, Biomedicina, e Radiobiologia.

Na área de Bioeletricidade, composta apenas de um capítulo (capítulo1), apresentamos uma pesquisa realizada entre os cursos de Engenharias de Computação e Elétrica e o curso de Ciências Médicas, em que envolve os Departamentos de Química de Estado Sólido, Semicondutores, Instrumentos e Fotônica e o de Clínica Médica

(Nefrologia). Trata-se da investigação do nível de fósforo no sangue, em que, quando este apresenta-se acima do normal está associado a casos de óbitos de pacientes renais crônicos. Para isto os autores propõem o desenvolvimento de um transistor de efeito de campo sensível a íons (ISFET) que possa ser utilizado para quantificar a massa de fósforo no dialisato total final extraída durante o processo de hemodiálise.

Na área de Bioestatística, apresentamos dois capítulos. No capítulo 2, a pesquisa foi desenvolvida pelos Departamentos de Morfologia e Fisiologia em conjunto com o Departamento de Biofísica e Radiobiologia de uma Faculdade Rural. Na pesquisa foi utilizando o método da complexidade de Lempel-Ziv (CLZ), o qual permite calcular a complexidade de uma série temporal sem a necessidade de longos segmentos de dados. Este método, estatístico é baseado em dinâmica não linear e costumam ser são amplamente empregado na análise e descrição adequada de processos nas áreas de química, física e biologia. Neste, o método foi desenvolvido com o objetivo de determinar a complexidade de sequências finitas na análise do particionamento do polietilenoglicol no nanoporo unitário de alfa-hemolisina inserido em uma bicamada lipídica plana. O objetivo foi investigar o processo de chegada e permanência da molécula polimérica (analito) no nanoporo (biossensor). No capítulo 3, os pesquisadores avaliaram diferentes espectrômetros utilizados em análises clínicas e laboratórios de pesquisa os quais permitem determinar as concentrações de espécimes químicas diversas. Por considerarem a aplicabilidade destes dispositivos importante no quesito qualidade dos resultados fornecidos, os autores apresentam técnicas de estatística e os métodos de obtenção de indicadores de qualidade, por meio da realização de experimentos laboratoriais utilizando espectrofotômetros.

O capítulo 4, inserido na área temática de Biomecânica, trata-se de uma pesquisa onde a Oftalmologia e a Estética Funcional, estão intimamente ligadas aos fenômenos de transferência de massa estudados na Física. Neste, os autores mostraram como a falha da transferência de massa intraocular, por convecção forçada, pode afeta o movimento oculomotor e provoca diversas enfermidades, tais como: erro de refração, ceratocone, glaucoma de ângulo aberto ou fechado. Sugerindo por fim, a necessidade do SUS incluir, em seus procedimentos, a cirurgia corretiva de elevação de sobrancelhas, assim como a ANS regulamentar esta cirurgia em todos os planos de saúde.

Na área temática de Biofísica Ambiental, pesquisadores do Laboratório de Nanociências e Materiais Avançados realizaram estudos por meio da técnica de espectroscopia UV-visível com o intuito de promover uma formação interdisciplinar entre alunos de Pós-Graduação. Nesse sentido, os autores desenvolveram estratégias experimentais que permitem aos estudantes dominarem o uso da técnica de espectroscopia UV-visível para análises qualitativas e quantitativas com uso de um corante altamente conhecido e de larga aplicação como é o azul de metileno (capítulo 5). No capítulo 6, pesquisadores realizaram um levantamento do número de veículos na cidade de Recife para verificação da poluição atmosférica. Para eles, a poluição

atmosférica é comprovadamente um agente causador e de piora do quadro de diversas doenças, entre elas doenças respiratórias, câncer de pulmão, acidente vascular cerebral e infarto do miocárdio. No capítulo 7, pesquisadores do Departamento de Biofísica e Radiobiologia utilizaram o ensaio cometa em hemócitos do moluscos de água doce *Biomphalaria glabrata*, é um biodicador natural utilizados para a detecção de possíveis danos no DNA após a exposição ao MMS e para avaliar a potencial aplicação para monitoramento da genotoxicidade do ambiente de água doce.

Na área temática de Biomedicina, o leitor poderá aprofundar seus estudos em três capítulos. No capítulo 8, os autores do Departamento de Histologia e Embriologia, analisaram e avaliaram a atividade leishmanicida *in vitro* do extrato etanólico do *Allium sativum* L. frente às formas promastigotas de *Leishmania (Leishmania) amazonensis*. Na área de Bioquímica Médica no Laboratório de Biocalorimetria (capítulo 9), pesquisadores realizaram estudos de uma importante enzima a L-asparaginase, a qual é amplamente utilizada no tratamento da leucemia. Tendo em vista a importância de seu uso, surgiu a necessidade de buscar alternativas para reduzir seus efeitos adversos e aumentar sua estabilidade. Assim a pesquisa resultou na obtenção de nanopartículas de quitosana de alto peso molecular sem e com ZnCl₂. A alta concentração de quitosana, segundo os autores, permite maior incorporação de fármaco, mas aumenta o tamanho da partícula, o que não é interessante para a liberação intravenosa de fármaco. Já no capítulo 10, os autores analisaram e caracterizaram nanopartículas de quitosana-tripolifosfato (QT-TPP) associadas ao fármaco sumatriptano (SMT) como uma alternativa na terapia de enxaqueca via uso tópico.

A última área temática é a Radiobiologia, composta de dois capítulos promissores para as pesquisas atuais. Essa área vem crescendo em interdisciplinaridade, principalmente devido o crescimento das pesquisas em Medicina Nuclear, em Engenharia Biomédica e das técnicas de obtenção de imagem, as quais sofrem constantes avanços tecnológicos. Com isso, no capítulo 11, os autores investigaram a ação radioprotetora do extrato bruto da casca de *Anadenanthera colubrina* sobre os embriões de *Biomphalaria glabrata* e os resultados obtidos mostraram que o extrato da casca de A. colubrina apresentou uma discreta atividade radioprotetora. E por fim, no capítulo 12, com o intuito de fornecer mais dados sobre os efeitos da radiação ionizante no sistema nervoso central, os pesquisadores avaliaram a atividade elétrica cerebral de ratos expostos à radiação ionizante através do exame de eletrocorticograma (ECoG) e pode-se observar alterações nas ondas cerebrais através do uso de dois métodos matemáticos: a Transformada de Fourier (TF) Complexidade de Lempel-Ziv (CLZ) concluindo que a exposição a essa radiação causa alterações eletrofisiológicas, que incluem diminuição da complexidade e modificações nas ondas cerebrais.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências da Saúde e Biofísica, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias promovendo a interdisciplinaridade nas diferentes áreas das Ciências da Saúde e Biofísica.

Sabrina Passoni Maravieski

SUMÁRIO

ÁREA TEMÁTICA BIOELETRICIDADE

CAPÍTULO 1 1

DESENVOLVIMENTO DE TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO SENSÍVEL A ÍONS (ISFET) PARA QUANTIFICAÇÃO DA MASSA DE FÓSFORO REMOVIDO DE PACIENTES RENAIIS CRÔNICOS NAS SESSÕES DE HEMODIÁLISE

Sergio Henrique Fernandes

Leandro Tiago Manera

Helder José Ceragioli

Rodrigo Bueno de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.8931914031

ÁREA TEMÁTICA BIOESTATÍSTICA

CAPÍTULO 2 17

COMPLEXIDADE DE LEMPEL-ZIV NA ANÁLISE DO TRANSPORTE DO POLIETILENOGLICOL ATRAVÉS DO NANOPORO DE ALFA-HEMOLISINA

Gesilda Florenço das Neves

Dijanah Cota Machado

Carlos Manuel Machado Carneiro

Luiz Hamiel Almeida Consoni

Cláudio Gabriel Rodrigues

Romildo Albuquerque Nogueira

DOI 10.22533/at.ed.8931914032

CAPÍTULO 3 25

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE ESPECTROFOTÔMETROS:ANÁLISE DA DISPERSÃO DAS MEDIDAS

Cleonilde Maria do Nascimento

Carla Luiza Barros Bernardes Borja

Bruno Edberg Alves de Lira

Jabson Herber Profiro de Oliveira

Dijanah Cota Machado

Milton Marcelino Filho

DOI 10.22533/at.ed.8931914033

ÁREA TEMÁTICA BIOMECÂNICA

CAPÍTULO 4 36

MOVIMENTO OCULOMOTOR E ALGUMAS PATOLOGIAS

Humberto Dória Silva

Eduardo Dória Silva

Maria Tamires Dória Silva

Cristiana Pereira Dória

Cristiane Pereira Dória

DOI 10.22533/at.ed.8931914034

CAPÍTULO 5 43

ESTRATÉGIA EXPERIMENTAL PARA ANÁLISE ESPECTROSCÓPICA DE ESTADOS AGREGADOS DE CORANTES

Adrienne Marlise Mendes Brito

Hebert Freitas dos Santos

Iseli Lourenço Nantes-Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.8931914035

CAPÍTULO 6 60

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E POSSÍVEIS EFEITOS À POPULAÇÃO DE RECIFE

Cleonilde Maria do Nascimento

Nicolas Nunes Ferreira

Helotônio Carvalho

Sheilla Andrade de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.8931914036

CAPÍTULO 7 66

UTILIZAÇÃO DO ENSAIO COMETA PARA DETECTAR EFEITO GENOTÓXICO DO METANOSULFONATO DE METILA EM CÉLULAS DE *Biomphalaria glabrata*

Dewson Rocha Pereira

Maíra de Vasconcelos Lima

Willams Nascimento de Siqueira

Gabrielly Christynne Nascimento Sales

Hianna Arely Milca Fagundes Silva

José Luiz Ferreira Sá

Ana Maria Mendonça de Albuquerque Melo

DOI 10.22533/at.ed.8931914037

ÁREA TEMÁTICA BIOMEDICINA

CAPÍTULO 8 73

AValiação DA ATIVIDADE LEISHMANICIDA *IN VITRO* DO EXTRATO ETANÓLICO OBTIDO DO *Allium sativum* L

Gleyka Daisa de Melo Santos

Erwelly Barros de Oliveira

Paloma Lys de Medeiros

Eliete Cavalcanti da Silva

João Soares Brito da Luz

DOI 10.22533/at.ed.8931914038

CAPÍTULO 9 82

OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA DE ALTO PESO MOLECULAR - TRIPOLIFOSFATO PARA CARREAMENTO DE PROTEÍNA

Caroline Dutra Lacerda

Patrícia Severino

Maria Lucia Bianconi

DOI 10.22533/at.ed.8931914039

CAPÍTULO 10 94

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE NANOPARTÍCULAS DE QUITOSANA-TRIPOLIFOSFATO PARA APLICAÇÃO TÓPICA DE FÁRMACOS

Aryane Alves Vigato

Renato Grillo

Leonardo Fernandes Fraceto

Daniele Ribeiro de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.89319140310

ÁREA TEMÁTICA RADIOBIOLOGIA

CAPÍTULO 11 109

AÇÃO RADIOPROTETORA DO EXTRATO BRUTO DA CASCA DE *Anadenanthera colubrina* SOBRE OS EMBRIÕES DE *Biomphalaria glabrata*

José Luís Ferreira Sá

Williams Nascimento Siqueira

Hianna Arely Milca Fagundes Silva.

Isabelle Cristinne Ferraz Bezerra

Dewson Rocha Pereira

Larissa Silva de Azevedo Melo

Maíra de Vasconcelos Lima

Luiz Alberto Lira Soares

Márcia Vanusa Silva

Maria Tereza Santos Correia

Ana Maria Mendonça Albuquerque Melo

DOI 10.22533/at.ed.89319140311

CAPÍTULO 12 117

MÉTODOS MATEMÁTICOS DE ANÁLISE DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL DE RATOS EXPOSTOS A RADIAÇÃO IONIZANTE

Camilla de Andrade Tenorio Cavalcanti

Isvânia Maria Serafim da Silva Lopes

Leandro Álvaro de Alcântara Aguiar

Alexandre Parísio Barbosa de Oliveira

Jonas Sérgio de Oliveira Filho

Romildo de Albuquerque Nogueira

DOI 10.22533/at.ed.89319140312

SOBRE A ORGANIZADORA..... 126

AÇÃO RADIOPROTETORA DO EXTRATO BRUTO DA CASCA DE *Anadenanthera colubrina* SOBRE OS EMBRIÕES DE *Biomphalaria glabrata*

José Luís Ferreira Sá

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Bioquímica e Biofísica, Recife-PE

Williams Nascimento Siqueira

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Biofísica, Recife-PE

Hianna Arely Milca Fagundes Silva

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Bioquímica e Biofísica, Recife-PE

Isabelle Cristinne Ferraz Bezerra

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Farmácia, Recife-PE

Dewson Rocha Pereira

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Biofísica, Recife-PE

Larissa Silva de Azevedo Melo

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Biofísica, Recife-PE

Maíra de Vasconcelos Lima

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Biofísica, Recife-PE

Luiz Alberto Lira Soares

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Farmácia, Recife-PE

Márcia Vanusa Silva

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Bioquímica e Biofísica, Recife-PE

Maria Tereza Santos Correia

Universidade Federal de Pernambuco;

Departamento de Bioquímica e Biofísica, Recife-PE

Ana Maria Mendonça Albuquerque Melo

Universidade Federal de Pernambuco;
Departamento de Biofísica, Recife-PE

RESUMO: As radiações podem ser classificadas em ionizantes e não ionizantes. Propaga-se a partir de uma fonte emissora através de meio material ou vácuo. As radiações ionizantes, quando em contato com o sistema biológico podem ocasionar danos ao DNA, modificar a fita de DNA gerando erros na divisão celular, podendo ocasionar mutações e até mesmo morte do organismo. Desta forma, pesquisas têm sido desenvolvidas em busca de radioprotetores de origem sintética ou natural com o objetivo de reduzir os danos ocasionados pelo efeito da radiação. No presente trabalho investigamos ação radioprotetora do extrato bruto da casca de *Anadenanthera colubrina* sobre os embriões de *Biomphalaria glabrata*. Foram utilizados embriões de *Biomphalaria glabrata*, divididos em grupos de aproximadamente 100 espécimes. Os embriões dos grupos experimentais foram expostos ao extrato na concentração de 125 ppm e em seguida, irradiados. Para a irradiação, foi utilizada uma fonte de ^{60}Co (gammacell da Radionics Labs. $X = 4,0 \text{ Gy/h}$). A viabilidade dos embriões foi analisada utilizando um

microscópio estereoscópico. Os resultados obtidos mostraram que o extrato da casca de *A. colubrina* apresentou uma discreta atividade radioprotetora.

PALAVRAS-CHAVE: *Biomphalaria glabrata*, embriotoxicidade, irradiação radioproteção.

ABSTRACT: Radiation can be classified in to ionizing and non-ionizing radiation. It propagates from a source emitting through material medium or vacuum. The ionizing radiation, when in contact with the biological system can cause damages to the DNA, modify the DNA tape generating errors in the cellular division, can cause mutations and even death of the organism. In this way, researches have been developed in search of radioprotectors of synthetic or natural origin with the objective of reducing the damages caused by the radiation effect. In the present work we investigated the radioprotective action of the crude extract of the bark of *Anadenanthera colubrina* on the embryos of *Biomphalaria glabrata*. Embryos from the experimental groups were exposed to the extract at 125 ppm concentration and then irradiated. For irradiation, a ^{60}Co source (Gammacell of Radionics Labs X = 4.0 Gy / hr) was used. The viability of the embryos was analyzed using a stereoscopic microscope. The results obtained showed that the extract of *A. colubrina* peel presented a mild radioprotective activity.

1 | INTRODUÇÃO

Radiação é energia que se propaga a partir de uma fonte emissora através de meio material ou vácuo, podendo ser classificada como radiação ionizante e não ionizantes (Santos et al., 2013; Okuno, 2013; Siqueira et al., 2014). A radiação ionizante é caracterizada por apresentar energia suficiente para remover elétrons de um átomo, ocasionando a ionização do mesmo. As radiações não ionizantes, por sua vez, interagem com os elétrons dos átomos ocasionando excitação dos mesmos. As radiações ionizantes são representadas pelas partículas alfa(α), beta(β), prótons, nêutrons, raios gama(γ) e raios X. São exemplos de radiações não ionizantes os raios ultravioletas, infravermelho, as ondas de radiofrequência, o laser e a luz visível (Bitelli, 2006; Siqueira et al., 2014).

As radiações ionizantes, quando em contato com o sistema biológico podem ocasionar danos ao DNA. Estes tipos de energias possuem a capacidade de modificar a fita de DNA gerando erros na divisão celular, podendo ocasionar mutações e até mesmo morte do organismo (Dowd; Tilson, 1999; Santos et al., 2013; Siqueira et al., 2014). Essa interação pode ocorrer de forma direta, quando a radiação age diretamente sobre a biomolécula ou indireta quando a radiação interage com a molécula de água, produzindo radicais livres que podem interagir com as biomoléculas alvo (Santos et al., 2013; Siqueira et al., 2014).

Na literatura há vários relatos de estudos sobre os modelos experimentais para dimensionar os efeitos danosos ocasionados pela radiação nos sistemas biológicos.

Como exemplo podem ser citados, bactérias, cultura de células, peixes, concha de moluscos, embriões de *Biomphalaria glabrata*, fantasmas de hemácias e cultura de linfócitos (Siqueira et al., 2014). De acordo com os estudos, o modelo experimental, utilizando os moluscos de *B. glabrata* e suas proles (embriões) tem fornecido resultados excelentes na avaliação dos efeitos da radiação nos sistemas biológicos, por terem os seguintes aspectos: curto ciclo de vida, fácil manutenção em laboratório, baixo custo de manutenção, boa reprodutibilidade e resposta rápida e precisa (Mello et al., 1996; Siqueira et al., 2014).

A aplicação da radiação em diferentes áreas de atuação humana tais como: na medicina, agricultura, indústria tem levantado a necessidade de desenvolver substâncias capazes de proteger o sistema biológico de trabalhadores da área. Estas substâncias são denominadas de radioprotetores, compostos que possuem a propriedade de proteger o tecido vivo, diminuindo os danos a ele causados pela radiação. Sua ação é resultado da interação química entre esses compostos e as espécies reativas do oxigênio geradas pela radiação, impossibilitando os efeitos danosos. Os radioprotetores podem ser classificados como sintéticos e naturais (Santos et al., 2013; Siqueira et al., 2014). Segundos os estudos realizados, os sintéticos têm mostrados ação protetora contra os efeitos nocivos causados pela radiação, porém, esses radioprotetores possuem efeitos colaterais como náusea, vômito e hipotensão (Listet al., 1996; Santos et al., 2013). Desta forma o interesse em pesquisar radioprotetores de origem natural tem aumentado consideravelmente. (Tung-kwanget al., 2010).

Dentre os diferentes vegetais podemos citar a *Anadenanthera colubrina*, planta da caatinga pertence à família Fabaceae, popularmente conhecida por angico, sendo utilizada no combate a diferentes enfermidades como: gonorreia, leucorreia, no tratamento de febres, úlcera, asma e diarreia (Rodrigues et al., 2005; Lima et al., 2014). De acordo com estudos fitoquímicos descrito na literatura, o extrato de *A. colubrina* apresenta propriedades químicas indicativas de ser bom radioprotetor frente aos efeitos nocivos ocasionados pela radiação.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar ação radioprotetor da casca de *Anadenanthera colubrina* sobre os embriões de *Biomphalaria glabrata*.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Coleta e armazenamento da planta *Anadenanthera Colubrina*:

Amostras de *A. colubrina* casca, foram coletadas em fragmento de caatinga dentro da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA). A área está localizada na cidade de Caruaru, região Agreste do estado de Pernambuco, Brasil (08°14'18.2"S e 35°54'57.1"W). Um espécime foi depositado no herbário professor Vasconcelos Sobrinho da Universidade Federal Rural de Pernambuco, número de registro 48663.

2.2 Obtenção do extrato da planta *Anadenanthera Colubrina*:

Após a coleta, as amostras foram submetidas à secagem em sombra e ambiente ventilado, em seguida foram trituradas em moinhos de faca e peneiradas em uma peneira de malha de 2,0 x 2,0 mm. O extrato bruto da casca de *A. colubrina* (angico) foi obtido pelo método de maceração a partir de 5 g de massa vegetal em 100 ml de metanol a 80%. A solução foi mantida por 72 horas protegida da luz. O extrato foi seco em rota–evaporador (Fisaton modelo 803) à pressão reduzida para retirada total do solvente metanol e a água.

2.3 Prospecções fitoquímica das principais classes de metabólitos secundários de *Anadenanthera Colubrina*:

Para as análises por CCD foram utilizadas placas de alumínio de sílica gel 60 F254 Merck® de tamanho de tamanho 20 x 20 cm e 0,2 mm de espessura de adsorção. O método empregado na identificação das principais classes de metabólitos secundários (taninos, flavonoides, açúcares, saponinas, esteroides e terpenoides) foi estabelecido por Wagner e Bladt (1996).

2.4 Embriotoxicidade

Os embriões da espécie *B. glabrata*-pigmentados foram obtidos do moluscário do departamento de Biofísica e Radiobiologia da Universidade Federal de Pernambuco, por meio do método de KAWANO et al.(1992). Os embriões coletados foram analisados quanto à viabilidade, separados em grupos e exposto por 24 horas ao extrato bruto da casca de *A. colubrina* nas concentrações de 125, 250, 500 e 1000 ppm. Controle negativo (água e DMSO a 0,5%) e controle positivo Niclosamida (Bayluscide, Bayer), 1 µg/mL. Cada grupo foi composto por aproximadamente 100 embriões e os parâmetros analisados foram: frequência de viabilidade (eclosão) e inviabilidade (mortos e malformados). O experimento foi realizado em triplicata. Este teste foi realizado com o objetivo de escolher a concentração com menor toxicidade a ser utilizada no ensaio do efeito radioprotetor.

2.5 Ensaio da ação radioprotetora do extrato bruto da casca de *A. colubrina*

Foram utilizados aproximadamente 1144 embriões da espécie *B. glabrata*-pigmentados separados em grupos com aproximadamente 100 espécimes cada: grupo controle negativo com água filtrada, grupo controle com água e submetidos à irradiação, grupo controle com extrato de angico não irradiado na concentração de 125 ppm (concentração escolhida de acordo com o item 2.4) e grupo exposto ao extrato de angico e irradiados com 4,0 Gy. Para a exposição a radiação foi utilizado o irradiador gammacell de ⁶⁰Co (modelo 220-Excel MDS Nordion) do Departamento de Energia Nuclear (DEN-CTG) da Universidade Federal de Pernambuco.

A avaliação dos efeitos foi realizada por oito dias consecutivos com auxílio de um microscópio estereoscópico (Tecnival-SQZ) segundo a metodologia de Okazaki et al.,

2.6 Análises estatístico

Os resultados foram avaliados com auxílio do programa prisma 5.0 por meio do teste estatístico de ANOVA e o pós-teste de Tukey com $p < 0,05$.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil fitoquímico do extrato bruto da casca de *A. colubrina* pode ser observado na (Tabela 1). Na avaliação fitoquímica, as placas cromatográficas indicaram a presença dos seguintes metabolitos: Taninos, açúcares e fenóis. Estes resultados corroboram com os apresentados por Lorenzi; Matos (2002); Colacite (2015). Segundo a literatura os flavonóides e compostos fenólicos são responsáveis pela atividade antioxidante (Leite et al., 2001; Haslam, 1996).

| | Metabolitos secundários | | | | |
|------------|-------------------------|---------|----------|-------------|--------|
| Esteróides | Flavonóides | Taninos | Açúcares | Terpenóides | Fenóis |
| - | - | + | + | - | + |

Tabela 1. Perfil fitoquímico do extrato bruto da casca de *A. colubrina* pelo método de CCD.

Na tabela 2, pode-se observar os resultados dos embriões expostos ao extrato bruto da casca de *A. colubrina* por 24 horas e observados por oito dias. Este teste foi realizado com o objetivo de avaliar previamente, a toxicidades do extrato da casca de angico em diferentes concentrações (125, 250, 500 e 1000) e também para facilitar a escolha da concentração menos tóxica e que posteriormente, foi utilizada para realizar o teste radioprotetor da casca de angico. Na avaliação do teste com embriões, as concentrações de 125, 250 e 500, foram menos tóxico aos embriões de *B. glabrata* exibindo uma frequência de mortalidade de 1,7; 2 e 10,4%. Porém, a concentração de 1000 ppm apresentou uma frequência de mortalidades dos embriões de 100%. Portanto, a concentração de 125 ppm foi escolhida para realizar o teste radioprotetor por exibir menos toxicidade aos embriões de *B. glabrata* em relação aos restantes das concentrações utilizadas no teste.

| [] ppm | Total de Embriões | Inviáveis Total | % | Viáveis total | % |
|------------|----------------------|--------------------|------|------------------|------|
| 0 | 294 | 13 | 4.5 | 281 | 95.6 |
| NCL | 300 | 300 | 100 | 0 | 0 |
| 125 | 292 | 5 | 1.7 | 287 | 98.3 |
| 250 | 295 | 6 | 2 | 289 | 98.0 |
| 500 | 300 | 31 | 10.4 | 269 | 89.6 |

Tabela 2. Resultados dos embriões de *B. glabrata* expostos ao extrato bruto da casca de *A. colubrina* por 24 horas.

Os dados em que $p < 0,05$ demonstram diferenças significativas entre os grupos, * vs. C. Onde, C - controle e NCL - niclosamida.

A figura 1, ilustra os resultados dos embriões de *B. glabrata* expostos a radiação de gama de ^{60}Co utilizando a dose de 4,0 Gy, na presença dos extratos bruto da casca do *A. colubrina* na concentração de 125 ppm. Os grupo irradiados na presença de extrato bruto de angico na concentração de 125 ppm apresentou uma diminuição no números de embriões inviáveis (13%) quando comparados apenas com o grupo controle irradiado na dose de 4,0 Gy (15%) (Figura 1). Essa diminuição na taxa de inviabilidade pode estar relacionada com a presença de compostos fenólicos e de taninos no extrato bruto da casca de angico.

Estudos realizado com o extrato metanólico da casca da *Caesalpinia pyramidalis* sobre os embriões de *B. glabrata* mostrou que grupos irradiados com doses de 2,5 e 4,0 Gy, na presença do extrato na concentração de 250 ppm, não apresentaram diferenças significativas no número de embriões inviáveis quando comparados a seu controle não irradiado, respectivamente (Santos et al., 2013). Este estudo corrobora com os resultados encontrados no nosso trabalho.

Siqueira et al.,(2014), analisou o efeito radioprotetor do extrato aquoso da casca e folha de *Ziziphus joazeiro* irradiados com 2,5 e 5,0 Gy e demonstrou que todos os grupos apresentaram um baixo percentual de embriões malformados ou mortos. E que o grupo irradiado com 5,0 Gy na presença de extrato aquoso da folha exibiu um menor número de embriões inviáveis quando comparados com o grupo controle irradiado também com 5,0 Gy. E o grupo irradiado com 5,0 Gy na presença do extrato aquoso da casca, não apresentou diferença significativa em relação ao grupo controle irradiado (5,0 Gy). E que a ação radioprotetor do extrato da folha de *Z. joazeiro* podem estar relacionada a presença dos metabolitos secundários com potencial antioxidante.

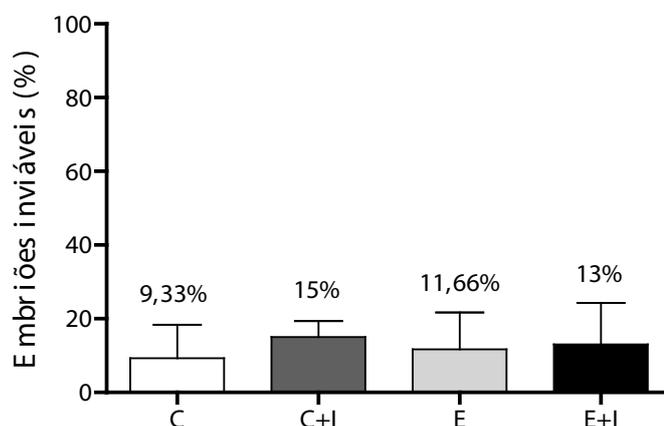


Figura 1: Ensaio realizado com embriões de *Biomphalaria glabrata* em presença do extrato bruto da casca de *A. colubrina*, na concentração de 125 ppm, submetidos às radiações de

4,0. As letras presentes no eixo x representam os grupos: controle (C), controle irradiado na presença da água (C+I), extrato bruto na concentração de 125 ppm (E), extrato bruto da casca irradiado a 4,0 Gy (E+I). Os dados foram expressos \pm E.P.M. (Erro padrão da média), p (Nível de significância) $< 0,05$, nos quais os embriões submetidos ao extrato da casca da catingueira não mostraram * (Diferença significativa) em relação ao controle.

4 | CONCLUSÕES

A análise fitoquímica do extrato bruto da casca de angico mostrou a presença de taninos, açúcares e fenóis. E os resultados obtidos da exposição dos embriões de *B. glabrata* a radiação na presença do extrato da casca de *A. colubrina* na concentração de 125 ppm apresentou uma discreta atividade radioprotetora. Sugere-se estudo mais detalhado sobre fitoquímica da planta para promover um enriquecimento do extrato da casca de *A. colubrina* e conseqüentemente dos metabolitos responsáveis pela atividade antioxidante, que promovem a potencialização da ação radioprotetora.

REFERÊNCIAS

BITELLI T. **Física e dosimetria das radiações**, São Paulo: Atheneu; c. 442 p. 5, 2006.

COLACITE, J. **Triagem Fitoquímica, Análise Antimicrobiana e Citotóxica e dos Extratos das Plantas: *Schinus terebinthifolia*, *Maytenus ilicifolia* Reissek, *Tabebuia avellanadae*, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan**. *Saúde e Pesquisa*, 8(3), 509-516, 2015.

DOWD S. B., TILSON E. R. **Practical radiation protection and applied radiobiology**, Philadelphia: Saunders Company, c1999.

Haslam E. **Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action**. *Journal Natural Products*. 59(2):205-215, 1996.

LEITE J. P., RASTRELLI L, ROMUSSI G. **Isolation and HPLC quantitative analysis of flavonoid glycosides from Brazilian beverages (*Maytenus ilicifolia* and *Maytenus aquifolium*)**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(8):3796-3801, 2001.

LIST, A. F.; HESTON, R.; GLINSMANN-GIBSON, B.; CAPIZZI, R. L. **Amifostine protects primitive hematopoietic progenitors cytotoxicity**. *Seminars in Oncology*, v. 23, n. 4, p. 58-63, 1996.

LORENZI, H.; MATOS, J. F. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2ª ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002.

MELO A. M. M. A.; OKAZAKI K, KAWANO T. **Study of ^{60}Co gamma radiation on *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) embryos**. *Journal of Medical and Applied Malacology*. 8:140-141, 1996.

OKAZAKI K, ANDRADE HF, KAWANO T. **Effect of ^{60}Co gamma radiation on *Biomphalaria glabrata* (Mollusca, Gastropoda) embryos: mortality, malformation and hatching**. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*.; 29:1057-1067, 1996.

OLIVEIRA S. M. L., SIQUEIRA, W. N., SÁ, J. L. F., SILVA, L. R. S., DE VASCONCELOS C., D. L., AMÂNCIO, F. F., ALBUQUERQUE M., A. M. M. **Estudo do efeito radioprotetor do extrato metanólico de *Caesalpinia pyramidalis* sobre células embrionárias de *Biomphalaria glabrata***. *Scientia Plena*, 9(9), 2013.

SIQUEIRA, W. N., SILVA, L. R. S., OLIVEIRA S., M. L., SANTOS, F. T. J., SILVA, H. A. M. F., LACERDA, L. B. N., ...ALBUQUERQUE M. A. M. M. **Efeito radioprotetor do extrato de *Ziziphus joazeiro* sobre embriões de *Biomphalaria glabrata* submetidos à radiação ionizante.** *Scientia Plena*, 10(9), 2014.

TUNG-KWANG L., O'BRIEN K. F., WANG W., JOHNKE R. M., SHENG C, BENHABIB S. M., WANG T., ALLISON R. R. **Radioprotective Effect of American Ginseng on Human Lymphocytes at 90 Minutes Post irradiation: A Study of 40 Cases.** *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 16(5):561-567, 2010.

RODRIGUES, A. C. DA C.; OSUNA, J. T. A. **Mudanças morfológica em sementes na espécie *Angico (Anadenanthera colubrina (Vell) Brenan Var. cebil [Griseb] Altschul)* em diferentes condições ambientais.** Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia 2005.

SOBRE A ORGANIZADORA

Sabrina Passoni Maravieski - Possui graduação em Licenciatura em Física e Mestrado em Ciências/ Física, ambos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente é doutoranda na área de Ensino de Ciências nas Engenharias e Tecnologias pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É também professora adjunta do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais na cidade de Ponta Grossa. Ministra as disciplinas de: Mecânica dos Fluidos, Fenômenos de Transporte, Mecânica Aplicada, Eletricidade e Magnetismo, Física Atômica e Nuclear, Física da Ressonância Magnética Nuclear, Física das Radiações Ionizantes e Não Ionizantes e Física e Instrumentação Aplicada a Engenharia Biomédica; nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Tecnologia em Radiologia, Pós -Graduação em Segurança do Trabalho e Imagenologia. Já atuou como professora de Ensino Médio em escolas pública e particular ministrando aulas de Física e Robótica.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-189-3

