

**Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes

 **Atena**
Editora
Ano 2019

**Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)**

As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes

 **Atena**
Editora
Ano 2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C569	As ciências exatas e da terra e a interface com vários saberes [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-886-1 DOI 10.22533/at.ed.861192312 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

Atualmente, a palavra “inovação” tem ganhado os mais variados significados. Dentre eles, a perspectiva de mudanças na forma de se deparar com problemas contemporâneos. Tomadas de decisões que resultem em soluções adequadas e - principalmente - inéditas, em níveis multifacetados, e que agreguem um valor qualitativo para o cotidiano do público ao qual é destinado são permissíveis, apenas, quando equipes com saberes interdisciplinares são sintetizadas. Assim, organizações, corporações, indústrias, empresas, equipes, indivíduos e a sociedade como um todo precisam ser estimuladas a criar e, portanto, pensar por vias da inovação. Pessoas com vários saberes são capazes de enxergar situações de forma mais ampla, propondo soluções mais adequadas e duradouras.

Aliada à premissa que os conhecimentos atrelados à diferentes perspectivas possuem mais amplitude e robustez no desembaraço de dilemas e conflitos contemporâneos, gerando de forma direta inovação na aglutinação do conhecimento inerente a diversos saberes com comunhão às Ciências Exatas e da Terra, a Atena Editora publica a Obra: “As Ciências Exatas e da Terra e a Interface com vários Saberes” que aborda em seus 27 capítulos, soluções para problemas contemporâneos, bem como novas perspectivas metodológicas e descritivas com caráter de excelência do ponto de vista técnico-científico.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas e da Terra ilustram um futuro promissor no mercado de trabalho devido ao seu amplo espectro funcional. Por isso, desperta o interesse de jovens estudantes, técnicos, profissionais e na sociedade como um todo, pois o ritmo de desenvolvimento atual observado em escala global gera uma consolidada e pungente demanda por recursos humanos cada vez mais qualificados. Não obstante, as Ciências Exatas e da Terra estão ganhando cada vez mais projeção, através da sua própria reinvenção frente às suas intrínsecas evoluções e mudanças de paradigmas impulsionadas pelo cenário tecnológico e econômico. Para acompanhar esse ritmo, a humanidade precisa de recursos humanos atentos e que acompanhem esse ritmo através da incorporação imediata de conhecimento com qualidade e com autonomia de raciocinar soluções inovadoras.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado a oferta de conhecimento para capacitação de recursos humanos através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais com as Ciências Exatas e da Terra, entremeados à busca do descobrimento por novos saberes, bem como a sociedade, como um todo, frente a construção de pontes de conhecimento de caráter lógico, aplicado e com potencial de transpor o limiar fronteiro do conhecimento, o que - inclusive - sempre caracterizou o uso de soluções inovadoras ao longo da humanidade.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO NO NÍVEL SUPERIOR: TENSÃO SUPERFICIAL	
André de Azambuja Maraschin Natália Nara Janner Carlos Alberto Soares dos Santos Filho Morgana Welke Márcio Marques Martins	
DOI 10.22533/at.ed.8611923121	
CAPÍTULO 2	9
ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NO CAMPUS CAÇAPAVA DO SUL UTILIZANDO ESPECTROMETRIA DE FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X	
Caio Cesar Vivian Guedes Oliveira Zilda Baratto Vendrame	
DOI 10.22533/at.ed.8611923122	
CAPÍTULO 3	17
AVALIAÇÃO DE ESTABILIDADE DAS MICROCÁPSULAS DE GALACTOMANANA CONTENDO LICOPENO	
Francisco Valmiller Lima de Oliveira Antonia Fadia Valentim de Amorim Amanda Maria Barros Alves Adriele Sousa Silva Sonia Maria Costa Siqueira Raquel Santiago de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.8611923123	
CAPÍTULO 4	22
CARBOXIMETILQUITOSANA COMO AGENTE BIOADSORVENTE DE ÍONS CD^{+2}	
João Lucas Isidio de Oliveira Almeida Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.8611923124	
CAPÍTULO 5	27
CINÉTICA DO RETARDAMENTO DA OXIDAÇÃO DO BODIESEL DE ÓLEO DE PINHÃO MANSO PELA AÇÃO DA CURCUMINA COMO ANTIOXIDANTE	
Adriano Gomes de Castro Carla Verônica Rodarte de Moura Edmilson Miranda de Moura Barbara Cristina da Silva Leanne Silva de Sousa Juracir Francisco de Brito Darlisson Slag Neri Silva Francisco Cardoso Figueiredo	
DOI 10.22533/at.ed.8611923125	

CAPÍTULO 6	40
CONCEPÇÕES DE PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE ASTROBIOLOGIA	
Marcos Pedroso Rachel Zuchi Faria	
DOI 10.22533/at.ed.8611923126	
CAPÍTULO 7	53
DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE BIODIESEL OBTIDAS POR TRANSESTERIFICAÇÃO ALCOÓLICA MISTA E CATÁLISE HOMOGÊNEA	
Danielly Nascimento Morais Igor Silva de Sá Eliane Kujat Fischer Alberto Adriano Cavalheiro	
DOI 10.22533/at.ed.8611923127	
CAPÍTULO 8	65
ESTUDO COMPARATIVO DO CARDANOL E SEU ANÁLOGO NO TRATAMENTO DO FITOPATÓGENO LASIODIPLODIA THEOBRAMAE	
Stéphany Swellen Vasconcelos Maia Katiany do Vale Abreu Danielle Maria Almeida Matos Maria Roniele Felix Oliveira Ana Luiza Beserra da Silva Sara Natasha Luna de Lima Carlucio Roberto Alves	
DOI 10.22533/at.ed.8611923128	
CAPÍTULO 9	75
ESTUDO DA AÇÃO CATALÍTICA DO COBRE II VIA CATÁLISE HOMOGÊNEA E HETEROGÊNEA EM PROCESSOS DE TRANSESTERIFICAÇÃO PARA A SÍNTESE DE BIODIESEL	
Igor Silva de Sá Danielly Nascimento Morais Graciele Vieira Barbosa Eliane Kujat Fischer Eduardo Felipe De Carli Alberto Adriano Cavalheiro	
DOI 10.22533/at.ed.8611923129	
CAPÍTULO 10	87
ESTUDO DA ESTABILIDADE DE EMULSÕES DE QUITOSANA COM ÓLEO DE <i>Eucalyptus citriodora</i>	
Emanuela Feitoza da Costa Weibson Paz Pinheiro André Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.86119231210	

CAPÍTULO 11 93

ESTUDO FITOQUÍMICO DE CLONES DE ELITE DE ESTÉVIA

Maria Rosa Trentin Zorzenon
Paula Moro
Heloísa Vialle Pereira Maróstica
Mariane Fernandes Maioral
Cler Antônia Jansen da Silva
Maysa Ariane Formigoni Fasolin
Antonio Sergio Dacome
Paula Gimenez Milani Fernandes
Silvio Claudio da Costa

DOI 10.22533/at.ed.86119231211

CAPÍTULO 12 100

EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO RESÍDUO ALIMENTAR (EPICARPO DE UVA) COMO ADSORVENTE NO DESCORAMENTO DE SOLUÇÃO AQUOSA CONTENDO CORANTE VIOLETA CRISTAL

Ana Luiza Lêdo Porto
Gabriele Elena Scheffler
Kelly Vargas Treicha
Mariene Rochefort Cunha
Nilton Fabiano Gelos Mendes Cimirro
Flávio André Pavan

DOI 10.22533/at.ed.86119231212

CAPÍTULO 13 113

LUDICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL I: UMA CONCEITUADA ESTRATÉGIA PARA O APRENDIZADO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Sharise Beatriz Roberto Berton
Maria Cecília Becel Roberto
Lusia Aparecida Becel
Makoto Matsushita
Elton Guntendorfer Bonafé
Milena do Prado Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.86119231213

CAPÍTULO 14 124

MAGNETOMETRIA DE IO, LUA DE JÚPITER

Pedro Henrique Leal Hernandez
Vinicius de Abreu Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.86119231214

CAPÍTULO 15 136

O OLHAR QUÍMICO SOBRE A AUTOMEDICAÇÃO: A INTERDISCIPLINARIDADE DENTRO DE SALA DE AULA

Juracir Francisco de Brito
Angélica de Brito Sousa
Darlisson Slag Neri Silva
Samuel de Macêdo Rocha
Tiago Linus Silva Coelho
Hudson de Carvalho Silva

DOI 10.22533/at.ed.86119231215

CAPÍTULO 16 149

OBTENÇÃO DO HIDROGÊNIO PELA ELETRÓLISE E SUA IMPORTÂNCIA COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA SUSTENTÁVEL

José Erilanio Lacerda de Oliveira
Jonatan Raubergue Marques de Sousa
João Nogueira de Oliveira
Maria Elane Nunes
Claudia Maria Pinto da Costa

DOI 10.22533/at.ed.86119231216

CAPÍTULO 17 158

OBTENÇÃO E ANÁLISES ORGANOLÉPTICAS DE BIOHIDROGEL DE GALACTOMANANA ADITIVADO COM NANOEMULSÃO DE ÓLEO DE URUCUM

Amanda Maria Barros Alves
Antonia Fadia Valentim de Amorim
Adriele Sousa Silva
Francisco Valmiller Lima de Oliveira
Sonia Maria Costa Siqueira
Raquel Santiago de Melo

DOI 10.22533/at.ed.86119231217

CAPÍTULO 18 164

PETROGRAFIA DA FÁCIES LEUCOGRANÍTICA DO GRANITO SANTO FERREIRA, CAÇAPAVA DO SUL, RS

João Pedro de Jesus Santana
Cristiane Heredia Gomes
Luis Fernando de Lara
Diogo Gabriel Sperandio

DOI 10.22533/at.ed.86119231218

CAPÍTULO 19 176

PRODUÇÃO DE BLOSSURFACTANTE COM O USO DE POLISSACARÍDEO NATURAL E GLICERINA COMO FONTES DE CARBONO ALTERNATIVAS

Ana Luiza Beserra da Silva
Katiany do Vale Abreu
Liange Reck
Maria Roniele Félix Oliveira
Stephany Swellen Vasconcelos Maia
Danielle Maria Almeida Matos
Carlucio Roberto Alves

DOI 10.22533/at.ed.86119231219

CAPÍTULO 20 185

PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DO EXTRATO DE JAMBO-VERMELHO (*Syzygium malaccense*) E AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTI-ACETILCOLNESTERÁSICA

Micheline Soares Costa Oliveira
Beatriz Jales De Paula
Cristiane Duarte Alexandrino Tavares

DOI 10.22533/at.ed.86119231220

CAPÍTULO 21	194
RELAÇÃO DA ERODIBILIDADE E ATRIBUTOS DO SOLO EM UMA TRANSEÇÃO Thais Palumbo Silva Letiéri da Rosa Freitas Cláudia Liane Rodrigues de Lima Maria Cândida Moitinho Nunes Jânio dos Santos Barbosa Raí Ferreira Batista Suélen Matiasso Fachi DOI 10.22533/at.ed.86119231221	
CAPÍTULO 22	206
SONDAS GAMA PORTÁTEIS INTRAOPERATIVAS: IMPACTO DA METROLOGIA NA SUA APLICAÇÃO NO DIAGNÓSTICO DE CÂNCER ATRAVÉS DE LINFONODO SENTINELA Samara Silva de Carvalho Rodrigues Sérgio Augusto L. Souza Lídia Vasconcellos de Sá DOI 10.22533/at.ed.86119231222	
CAPÍTULO 23	213
UM APLICATIVO INTELIGENTE PARA ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS Camila Campos Colares das Dores Gerardo Valdisio Rodrigues Viana José Braga Lima Júnior DOI 10.22533/at.ed.86119231223	
CAPÍTULO 24	218
UMA REFLEXÃO SOBRE A FÍSICA DENTRO DO CONTEXTO INTERDISCIPLINAR Lázaro Luis de Lima Sousa Luciana Angélica da Silva Nunes Jusciane da Costa e Silva Nayra Maria da Costa Lima DOI 10.22533/at.ed.86119231224	
CAPÍTULO 25	226
USO DE QUITOSANA E DERIVADO CARBOXIMETILADO COMO AGENTES DE REMOÇÃO DE COR E TURBIDEZ DE ÁGUAS Raimundo Nonato Lima Júnior, Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu, DOI 10.22533/at.ed.86119231225	
CAPÍTULO 26	232
USO DO MCMC PARA ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DOS PROCESSOS ARFIMA (p, d, q) Cleber Bisognin Letícia Menegotto DOI 10.22533/at.ed.86119231226	

CAPÍTULO 27	242
UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS ALTERNATIVOS EM PRÁTICAS DE QUÍMICA ORGÂNICA I	
Maria Claudia Teixeira Vieira Rodrigues	
Franciglauber Silva Bezerra	
Maria da Conceição Lobo Lima	
Djane Ventura de Azevedo	
Luisa Célia Melo Pacheco	
Francisco André Andrade de Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.86119231227	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	246
ÍNDICE REMISSIVO	247

SONDAS GAMA PORTÁTEIS INTRAOPERATIVAS: IMPACTO DA METROLOGIA NA SUA APLICAÇÃO NO DIAGNÓSTICO DE CÂNCER ATRAVÉS DE LINFONODO SENTINELA

Data de aceite: 29/11/2019

Samara Silva de Carvalho Rodrigues

Divisão de Física Médica, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Sérgio Augusto L. Souza

Serviço de Medicina Nuclear, Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Lídia Vasconcellos de Sá

Divisão de Física Médica, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

RESUMO: Na oncologia, a detecção precoce do câncer pode aumentar a probabilidade de sucesso do tratamento e/ou melhora na qualidade de vida do paciente. Neste contexto, o mapeamento de linfonodos sentinela é um dos principais atores no diagnóstico precoce, e a caracterização dos equipamentos utilizados nesta técnica é de fundamental importância para garantir sua efetividade, estabelecendo melhor uso e limitações. Este trabalho apresenta aspectos metrológicos sobre a utilização da sonda gama intraoperativa no mapeamento de linfonodo sentinela.

PALAVRAS-CHAVE: Sonda gama, Medicina nuclear, Reprodutibilidade.

GAMMA PROBE: METROLOGY INFLUENCE ON ITS APPLICATION IN CANCER DIAGNOSIS THROUGH SENTINEL LYMPH NODE

ABSTRACT: In oncology, early cancer detection may increase the likelihood of successful treatment and/or improvement of the patient's quality of life. In this context, the sentinel lymph node mapping is one of the main actors in the early diagnosis, and the characterization the equipment used in this technique is of fundamental importance to guarantee its effectiveness, establishing better use and possible limitations. This paper presents metrological aspects on the use of the intraoperative gamma probe in sentinel lymph node mapping.

KEYWORDS: Gamma probe, Nuclear medicine, Reproducibility.

1 | INTRODUÇÃO

Na oncologia, a detecção precoce do câncer pode aumentar as expectativas de cura do paciente e/ou melhorar sua qualidade de vida. Neste contexto, a técnica de detecção do linfonodo sentinela (LNS) é um dos principais atores no diagnóstico precoce, uma vez que este é o linfonodo ao qual as células

cancerígenas têm maior probabilidade de se espalhar, a partir do tumor primário. Portanto, a detecção de metástase se torna viável através do mapeamento deste. [1]

Inicialmente, o mapeamento do LNS foi aplicado à detecção de melanoma [2] e, recentemente, esta técnica tem sido aplicada em áreas como detecção de cânceres ginecológicos, mamários e esofágicos [3]. Porém, o crescimento das aplicações do mapeamento implica no conhecimento e caracterização, seus benefícios e limitações, dos detectores disponíveis para este mapeamento. Neste trabalho, o uso da sonda gama intraoperativa é analisado, que apesar de requerer um radiofármaco para ser detectado, tem manipulação relativamente simples e se encontra disponível na rede do Sistema Único de Saúde (SUS) em estados como Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná.

De maneira geral, os protocolos de detecção externa de radiação gama em medicina nuclear estão bem definidos para câmaras gama, que são equipamentos fixos no ambiente do serviço de medicina nuclear. Já para atender as particularidades das sondas gama portáteis, o ajuste e mesmo desenvolvimento de protocolos ficam a cargo do médico e do físico médico. [4] Justamente nesta lacuna, onde os protocolos não estão bem estabelecidos, surgem aplicações como mapeamento de linfonodos sentinela para detecção de metástases. Estudos sobre a eficácia deste método [5] e aspectos como testes de verificação do detector [6] têm sido publicados. Entretanto, até a presente data, não há estudos que explicitem a relação entre os protocolos a serem executados, isto é, qual radiofármaco a ser usado, atividade a ser administrada, localização e tipo de câncer a ser detectado, e as características físicas do detector usado (limites de detecção e reprodutibilidade, por exemplo).

É sabido que fatores como pureza radionuclídica, especificidade, atividade específica, entre outros também podem influenciar na qualidade do procedimento de mapeamento do LNS, porém, este trabalho não tratará destes aspectos.

Este trabalho faz uma revisão de publicações que tratam do uso da sonda gama para diagnóstico de cânceres através do mapeamento dos linfonodos sentinelas, ressaltando a ausência de padronização para tais aplicações.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Em 2014 a Agência Internacional de Energia Atômica (International Atomic Energy Agency -IAEA) publicou o guia para cintilografia intraoperatória guiada direcionada para tumores [4], onde há recomendações para aplicações com uso de sondas gama. Nesta publicação, equipamentos portáteis são referenciados, porém cintiladores e semicondutores são tratados da mesma forma, não sendo descritos os limites operacionais e especificações técnicas destes diferentes detectores, nem como estas propriedades devam ser correlacionado às aplicações da técnica .

Neste cenário, realizou-se um estudo dos principais casos de aplicação da sonda gama intraoperativa no mapeamento do LNS - melanoma e câncer de mama, abordando a propriedade de reprodutibilidade para identificar aspectos que possam ser otimizados futuramente.

Para este estudo foi realizada a revisão de literatura através do acervo digital disponível na plataforma de periódicos CAPES, no site da IAEA, nas Normas da Associação Americana de Fabricantes de Componentes Eletrônicos (*National Electrical Manufactures Association - NEMA*) e da Comissão Internacional de Eletrotécnica (*International Eletrotechnical Commission - IEC*).

Foram selecionados artigos científicos publicados nos meios supracitados, incluindo Normas e guias de uso. O período de tempo abordado foi de 1993 a 2013.

2.1 A sonda gama

A sonda gama consiste em um detector do tipo cintilador ou semicondutor, usado de maneira intraoperativa, capaz de detectar um radionuclídeo. Seu volume sensível é composto de um cristal de cintilação ou semicondutor, tendo uma eletrônica associada para exibição dos resultados, geralmente denominada unidade de controle. A Figura 1 exibe dois tipos de sondas gama e sua unidade de controle.

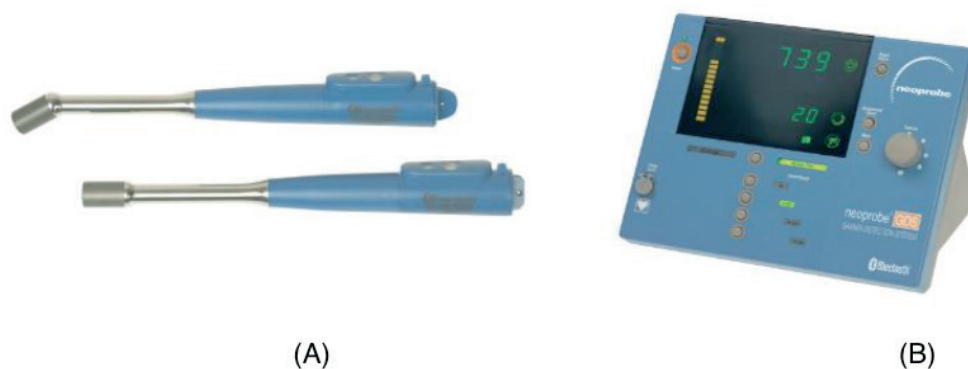


Figura 1: Exemplos de sondas gama

À esquerda (A) dois exemplos de sondas gama portáteis com volumes de detecção diferentes, sendo a extremidade metálica onde se localiza o detector. À direita (B), a unidade de controle usada como eletrônica associada do detector e como saída de dados. Fonte: Adaptado de NEOPROBE, 2012 [7]

Os detectores cintiladores e semicondutores possuem diferenças em suas propriedades físicas, bem como no padrão de interação com os fótons.

Como o diagnóstico de câncer através da medicina nuclear envolve não apenas o conhecimento do detector, mas também do radiofármaco utilizado, sua especificidade, biodistribuição e biocinética, é importante também entender os aspectos que possam definir as condições de reprodutibilidade de uso do equipamento, analisada no

presente estudo.

3 | RESULTADOS

3.1 Diagnóstico de metástase em melanoma

As primeiras aplicações da técnica de linfonodo sentinela (LNS) como ferramenta de detecção de metástases datam do final da década de 1970. Nestas descrições ainda não se incluía o uso da sonda gama, mas sim uma câmara gama como maneira de obtenção de imagens destes linfonodos acometidos.

Em 1997, BOSTICK realizou uma estimativa comparativa entre a eficácia de detecção de metástase por dois métodos : -o primeiro combinando o uso de sonda gama com um corante azul (*blue dye*), e o segundo com uso apenas do corante. Foi mostrado, então, que a sonda gama é fator determinante para obtenção da informação da existência ou não de metástase com maior precisão. Isto porque - o autor indica que a contagem exibida no sítio - onde há a metástase - deve ser duas vezes superior a contagem na superfície da pele. Dando à sonda um caráter binário no diagnóstico: há ou não há metástase. [8]

Entretanto, esta relação de fator dois, presença e ausência de metástase, não discrimina sua abrangência de aplicação em relação ao tipo de detector. Através de pesquisa bibliográfica em artigos deste mesmo período de tempo, sabe-se que as sondas gama disponíveis eram do tipo cristal cintilador, como o iodeto de céσιο (CsI). Porém, não há evidência de que comercialmente havia somente este tipo de detector.

3.2 Diagnóstico de metástase em câncer de mama

O mapeamento de LNS e diagnóstico de metástases em câncer de mama é a aplicação de sondas gama mais difundida. Isto devido à anatomia da região, que possui uma concentração considerável de linfonodos, e ao fato destes estarem em uma região de fácil acesso.

Se para o melanoma há relatos de uma relação de fator dois entre ausência e presença de metástase, para o caso do câncer de mama esta relação é função do tempo, sinal sonoro emitido e número de contagens observadas. KRAG (1993) então definiu que um linfonodo é considerado como LNS quando a contagem obtida neste seja 30 vezes maior do que a contagem de radiação de fundo (*background*), e para localização do LNS usa-se o sinal sonoro emitido à medida que o detector se aproxima do sítio onde há nível mais elevado de radiofármaco captado. [9]

Analisando a determinação do LNS, conforme descrito anteriormente, pode-se notar que parâmetros como eficiência de detecção e dependência energética, se não forem bem avaliados, podem induzir a falsos negativos ou a leituras de baixa qualidade, isto é, com altos valores de incerteza.

Em 2013, a Sociedade Europeia de Medicina Nuclear (EANM) publicou um Guia prático para linfocintilografia e localização de LNS em câncer de mama [10]. Nele, fica explícito o reconhecimento da necessidade de que o instrumento empregado deva ser capaz de detectar baixas atividades, já que o LNS pode estar em diferentes profundidades do tecido humano. Adicionalmente, a grande quantidade de tipos de sondas é levada em consideração, mas o estudo e a determinação dos impactos de cada parâmetro é estabelecida como sendo de responsabilidade de órgãos certificadores.

4 | DISCUSSÃO

Embora a tecnologia tenha avançado a passos largos, quando se consideram aspectos metrológicos dos equipamentos e procedimentos de âmbito cirúrgico há pouquíssimas publicações. A grande maioria dos artigos publicados sobre estes equipamentos são encontrados em jornais das áreas cirúrgica e oncológica onde, geralmente, não são feitas análises de qualidade e eficiência de detecção dos equipamentos.

Sabe-se que o mapeamento de LNS é uma ferramenta bastante poderosa na detecção da presença de metástases. Porém, a determinação de um linfonodo como LNS passa pelo uso de um detector, que por vezes tem suas propriedades negligenciadas, ou até mesmo desconhecidas no meio médico. Fato este que pode influenciar nos números de falsos positivos, gerando, em última instância, um diagnóstico incorreto.

A metrologia como área da ciência que busca entender e mensurar incertezas, tem seu impacto bem definido entre as relações de comércio entre nações e colaborações entre instituições de pesquisa. Porém, a interdisciplinaridade entre as ciências biológicas/médicas e a metrologia é um desafio a ser superado, tanto na esfera conceitual, como na prática e na área tecnológica. Faz-se necessário adequar conceitos inserindo componentes de ambas as áreas, afinal, o resultado da medição em questão será a composição de todos os fatores de influência.

As sondas gama intraoperativas devem atender requisitos de desempenho como alta eficiência de detecção, boa colimação e, ainda, requisitos clínicos como capacidade de passar por processos de esterilização. Novamente, é preciso considerar a influência de processos como estes no desempenho final do equipamento. Embora os fabricantes afirmem seguir as recomendações de fabricação de componentes elétricos, a adequação no uso clínico fica a cargo do usuário final: o médico.

A figura do físico médico dentro do serviço de medicina nuclear contribui para que os equipamentos passem por verificações periódicas, com objetivo de detectar possíveis variações de desempenho. A sonda gama possui um agravante, que é

a ausência de um protocolo completo de verificação periódica, que considere as especificidades de cada modelo (seja este um detector tipo cintilador ou semiconductor). Neste cenário, o trabalho do físico médico seria tanto de execução de testes, como de investigação de protocolos e sua aplicabilidade no âmbito do serviço de medicina nuclear. Trabalho este que pode ser inviabilizado pelos recursos físicos disponíveis para o estudo e também pelo tempo de trabalho a ser dedicado ao mesmo.

5 | CONCLUSÕES

A metrologia pode contribuir substancialmente para o estabelecimento de uma metodologia de análise aplicada às sondas gama. O conceito de reprodutibilidade, em particular, é adequado para as aplicações no ambiente cirúrgico e, através de estudos preliminares, relações de desempenho podem ser identificadas e documentadas.

Uma maneira de avaliação do impacto metrológico é estabelecer um parâmetro de análise que seja comum à detecção de qualquer tipo de câncer. Um forte candidato é o valor de contagem da sonda gama (sensibilidade) em função da profundidade do linfonodo a ser detectado, por exemplo.

Adicionalmente, a otimização de todo processo pode ser iniciada com um estudo sobre o valor de atividade injetada para detecção de cada tipo de câncer. Possibilitando assim, correlacionar aspectos como: tipo de câncer; atividade administrada para detecção do mesmo; resposta da sonda gama-contagem; fornecendo condições de comparação e rastreabilidade das medidas.

Este trabalho é parte de tema de dissertação da autora, as etapas futuras incluem estudo da literatura pertinente, execução de testes, análise de dados obtidos e análise de incertezas tipo A e tipo B da sonda gama intraoperativa, e correlações anteriormente descritas.

6 | AGRADECIMENTOS

A equipe do serviço de Medicina Nuclear do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) que tem possibilitado o acompanhamento dos procedimentos que utilizam a sonda gama no centro cirúrgico, bem como contribuído nas discussões relativas a este trabalho.

REFERÊNCIAS

[1] TAKEUCHI, Hiroya MD. *et al.* **Validation of Radio-Guided Sentinel Lymph Node Navigation in Esophageal Cancer.** *Annals of Surgery.* Vol. 249. 2009

[2] BORGSTEIN, Paul J. *et al.* **Sentinel lymph node biopsy in breast cancer: guidelines and pitfalls of lymphoscintigraphy and gamma probe detection.** *Journal of the American College of*

Surgeons, v. 186, n. 3, p. 275-283, 1998.

- [3] HUTTEMAN, Merlijn et al. **Optimization of near-infrared fluorescent sentinel lymph node mapping for vulvar cancer.** American journal of obstetrics and gynecology, v. 206, n. 1, p. 89. e1-89. e5, 2012.
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Guided Intraoperative Scintigraphic Tumour Targeting (GOSTT) Implementing Advanced Hybrid Molecular Imaging and Non-imaging Probes for Advanced Cancer Management.** Vienna: International Atomic Energy Agency, 2014.
- [5] GIAMMARILE, Francesco et al. **The EANM clinical and technical guidelines for lymphoscintigraphy and sentinel node localization in gynaecological cancers.** European journal of nuclear medicine and molecular imaging, v. 41, n. 7, p. 1463-1477, 2014.
- [6] ITIKAWA, Emerson N. et al. **Characterization of resolution, sensitivity, and shielding of a gamma-probe for sentinel lymph node localization: an experimental study.** Nuclear medicine communications, v. 38, n. 10, p. 837-842, 2017.
- [7] CARE WISE. **C-Trak Automatic Analyzer Gamma Probe System.** Disponível : <<https://carewise.com/c-trak-automatic-analyzer>> Acesso em 19 jul. 2018
- [8] BOSTICK, Peter et al. **Intraoperative lymphatic mapping for early-stage melanoma of the head and neck.** The American journal of surgery, v. 174, n. 5, p. 536-539, 1997.
- [9] KRAG, D. N. et al. **Surgical resection and radiolocalization of the sentinel lymph node in breast cancer using a gamma probe.** Surgical oncology, v. 2, n. 6, p. 335-340, 1993.
- [10] GIAMMARILE, Francesco et al. **The EANM and SNMMI practice guideline for lymphoscintigraphy and sentinel node localization in breast cancer.** European journal of nuclear medicine and molecular imaging, v. 40, n. 12, p. 1932-1947, 2013.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alexandre Igor Azevedo Pereira - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012. Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acetilcolinesterase 185, 187, 190, 192
Adsorção 22, 23, 24, 25, 26, 79, 81, 82, 88, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111
Algoritmo exato 213
Análise estatística 87, 88, 90
Análise química 9
Antioxidante 27, 29, 31, 32, 33, 36, 37, 55, 72, 93, 94, 96, 98, 159, 185, 187, 189, 191, 192, 193
Astrobiologia 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51
Astronomia 40, 42, 43, 45, 46, 51, 135
Automedicação 136, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148
Azo-composto 66, 74

B

Biocoagulantes 226, 227, 229
Biocombustível 53, 54, 61, 75, 76, 77
Biodiesel 8, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 53, 54, 55, 56, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 84, 85, 86, 178, 182, 183
Biohidrogel 158, 159, 160, 161
Biossurfactante 176, 179, 180, 181, 182, 183

C

Cádmio 22, 23, 25
Caixeiro viajante 213, 214, 215
Carboximetilação 22, 23
Catálise 53, 55, 56, 62, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84
Combustível alternativo 54, 149
Composição centesimal 94, 95, 98
Constituintes químicos e bioquímicos 94
Contextualização 136, 137, 138, 139, 147, 148
Curso de extensão 40, 46

E

Eletrólise da água 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157
Emulsões 87, 88, 89, 90, 91, 159
Encapsulamento 20, 87
Energia limpa e renovável 149
Ensino-aprendizagem 113, 116, 121, 137, 138, 145, 224, 243
Ensino de química 1, 122, 136, 137, 138, 139, 141, 143, 145, 147, 148, 242, 243
Ensino fundamental I 113, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121
Epicarpo de uva 100
Estabilidade oxidativa 27, 28, 31, 32, 36, 37
Estimação 232, 235, 236, 237, 238, 239, 240

F

Física 44, 47, 69, 88, 122, 135, 193, 206, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 245
Físico-química 1, 3, 21, 88, 228
Fitoquímicos 95, 98, 185, 186, 187, 188, 189
Folhas de jambo 185, 188, 191, 192, 193
Fontes alternativas 150, 176, 181
Formação de professores 40
Fungicida 65, 66, 69, 73

G

Granitoides 164, 165, 166, 168, 170, 173
Granito santo ferreira 164, 165, 166, 167, 169, 171

H

Hidrogênio 7, 24, 69, 110, 145, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 244

I

Interdisciplinaridade 42, 51, 136, 137, 139, 143, 145, 146, 210, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 225

J

Júpiter 124, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 134, 135

L

Leucogranitos 164
Licopeno 17, 18, 19, 20
Longa dependência 232, 233, 235
Ludicidade 113, 114, 115, 116, 121, 122

M

Magnetometria 124, 125, 126, 128, 129
Materiais alternativos 242, 243, 245
Material didático digital 1, 3, 7
Matéria orgânica 80, 194, 195, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 227
Medicina nuclear 206, 207, 208, 210, 211
Microcápsulas 17, 18, 19, 20
Mistura de álcoois 53, 56
Multiconhecimento 218

N

Nanoemulsão 158, 160, 161, 162

O

Óleo de soja 28, 53, 56, 58, 59, 60, 62, 75, 76, 79, 82, 83, 180, 181, 182
Óleo de urucum 158, 159, 162

P

Perda de solo 194, 195, 200, 201
Petrografia 164, 166, 170
Pinhão-manso 27, 28, 30, 37
Planetário 40, 46, 51
Práticas de química orgânica 62, 242, 243
Processos arfima 232
Propriedades físico-químicas 53, 61

Q

Quitosana 22, 23, 24, 25, 26, 87, 88, 89, 90, 91, 162, 226, 227, 228, 229, 230

R

Raio-x 9, 11, 14
Rancimat 27, 28, 31, 38
Remoção de cor 100, 105, 106, 107, 108, 226
Reprodutibilidade 206, 207, 208, 211
Roteirização 213, 214, 215, 217

S

Simulações de monte carlo 232, 236
Sistema júpiter 124, 127, 129
Solo 9, 11, 12, 15, 184, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204
Solução aquosa 29, 100, 105, 106, 111, 189
Sonda gama 206, 207, 208, 209, 210, 211
Stevia rebaudiana 93, 94, 95, 96, 99

T

Tensão superficial 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 176, 177, 179, 180, 181, 182
Tipo de álcool 56, 57, 76
Tolerância à perda 194, 196
Tratamento de águas 101, 226, 227

