

# Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2

Alexandre Igor Azevedo Pereira  
(Organizador)

**Alexandre Igor Azevedo Pereira**  
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares: Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias  
2**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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. 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  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 2)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-587-7 DOI 10.22533/at.ed.877190309  1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série.  CDD 507
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*” aborda um considerável acervo técnico-científico de publicação da Atena Editora. Este primeiro volume, apresenta 21 capítulos dedicados às Ciências Exatas. De leitura compreensível, com resultados relevantes envolvendo aplicações teóricas, práticas e atualizadas nas áreas de Matemática, Química e Física, a presente obra configura-se como um conglomerado de estudos que utilizam (não apenas) o raciocínio lógico, cálculos, modelagem e teste de hipóteses fortemente atrelados à área de Ciências Exatas; mas uma proposta contextual mais ampla através da resolução e direcionamento de inovação para manipulação de problemas atuais.

O reconhecimento das Ciências Exatas como de grande utilidade e importância para a humanidade reside no fato dos avanços e inovações tecnológicas terem sido apresentadas desde muito tempo e em escala de descobertas bastante amplas, como no caso da eletricidade, computadores e smartphones, por exemplo; a até as temáticas abordadas na presente obra, sob caráter contemporâneo, como simulação computacional, modelagem, ensino de matemática, biocombustíveis, vulcanização, manipulação de resíduos industriais, ensaios eletroquímicos, química da nutrição, nanofibras, componentes poliméricos, fibras vegetais e suas propriedades mecânicas, educação de jovens e adultos, manipulação química de etanol de segunda geração, empregabilidade de novos componentes químicos sob contextos multidisciplinares e etc.

No meio profissional, os cursos ligados às Ciências Exatas 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 robusta, consolidada e pungente demanda por mão-de-obra qualificada na área. Não obstante, as Ciências Exatas 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.

Esperamos que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, possa representar como legado, em seu primeiro volume da obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2*”, a oferta de conhecimento para capacitação de mão-de-obra através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de vanguarda praticados por diversas instituições em âmbito nacional; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais (envolvidos direta e indiretamente) com as Ciências Exatas e 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

as Ciências Exatas ao longo dos tempos.

Alexandre Igor de Azevedo Pereira

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ONDULAÇÃO GEOIDAL NA MEDIÇÃO DE PONTOS SOBRE A SUPERFÍCIE FÍSICA	
Plinio Temba Júlia Couto Nogueira Vitoria Ellen da Silva Oliveira Marcelo Antonio Nero Marcos Antonio Timbó Elmiro Sandra Cristina Deodoro Daniel Henrique Carneiro Salim	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
INTERVENÇÃO DIDÁTICA NAS AULAS DE FÍSICA: EXPERIMENTO SOBRE ESPELHOS PLANOS E ÓPTICA GEOMÉTRICA	
Adriane Beatriz Liscano Janisch Karin Ritter Jelinek Alana Amaral Rotter	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE STELLARIUM COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ECLIPSES E ESTAÇÕES DO ANO NO ENSINO MÉDIO	
Arilson Paganotti Marcos Rincon Voelzke Graciene Carvalho Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>29</b>
AS NOÇÕES BÁSICAS DE GEOMETRIA ESPACIAL X ORIGAMIS MODULARES VISTOS SOBRE O CONTEXTO DA SALA DE AULA DE TEMPO INTEGRAL	
José Erildo Lopes Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EJA: A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E AS PRÁTICAS	
Janaina da Conceição Martins Silva Cibele Paula Silva Marta Aparecida Quintiliano Rabelo Vânia Lúcia Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903095</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>51</b>
PROPORÇÕES ENTRE PRODUTOS EXPONENCIAIS	
Guilherme Cavichiolo Moreira Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8771903096</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 63**

**ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE DISSIPADORES DE CALOR PARA FONTES LED RGB POR MEIO DE MODELAGEM E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS**

Thiago Lopes Quevedo  
Filipe Melo Aguiar

**DOI 10.22533/at.ed.8771903097**

**CAPÍTULO 8 ..... 76**

**CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DAS HIDROTALCITAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO MODIFICADAS COM FERRO (III) E CRÔMIO (III) SINTETIZADAS PELO MÉTODO DA PRECIPITAÇÃO POR HIDRÓXIDOS**

Graciele Vieira Barbosa  
Cintia Hisano  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Maria Aparecida Zaghete Bertochi  
Jusinei Meireles Stropa  
Lincoln Carlos Silva de Oliveira  
Alberto Adriano Cavalheiro

**DOI 10.22533/at.ed.8771903098**

**CAPÍTULO 9 ..... 88**

**CATALISADORES DE ARGILA BENTONÍTICA NA35 PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Alan Gabriel Adamczewski  
Edson Cezar Grzebielucka  
Eder Carlos Ferreira de Souza  
Maria Elena Payret Arrúa  
André Vitor Chaves de Andrade  
Sandra Regina Masetto Antunes

**DOI 10.22533/at.ed.8771903099**

**CAPÍTULO 10 ..... 101**

**EMBALAGENS: UM ESTUDO DE CASO DA SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SABONETES**

Caroline de Souza Rodrigues  
Carolina Laguna Pimenta  
Laís Cabrerizo Vargas de Almeida  
Marcos Vinícius Pereira da Costa  
Sara Rudek  
Raquel Teixeira Campos

**DOI 10.22533/at.ed.87719030910**

**CAPÍTULO 11 ..... 108**

**ESTUDOS DOS PROCESSOS CORROSIVOS DO ALUMÍNIO AA 3003 EM MEIO DE ETANOL E GASOLINA**

Mayara Soares  
Carine Vieira  
Cynthia Beatriz Fürstenberger  
Danielle Borges  
Danielle Cristina Silva Olizeski  
Felipe Staciaki da Luz  
Everson do Prado Banczek

**DOI 10.22533/at.ed.87719030911**

**CAPÍTULO 12 ..... 120**

EXTRAÇÃO, ANÁLISE E ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE OBTENÇÃO DE ERGOSTEROL EM RESÍDUOS DE *Ganoderma lucidum* (FR.) KRAST (GANODERMATACEAE)

Bianca de Araujo Ribeiro Rodrigues  
Marcelo Telascrêa  
Raquel Teixeira Campos  
Oswaldo Luiz Gonçalves da Cunha  
Márcia Ortiz Mayo Marques

**DOI 10.22533/at.ed.87719030912**

**CAPÍTULO 13 ..... 132**

FABRICAÇÃO DE SENSOR DE GÁS AMÔNIA ATRAVÉS DA TÉCNICA DE ELETROFIAÇÃO DE POLÍMEROS CONDUTORES EM MATRIZES ISOLANTES

Deuber Lincon da Silva Agostini  
André Antunes da Silva  
Bruno Henrique de Santana Gois  
Jessyka Carolina Bittencourt  
Clarissa de Almeida Olivati  
Pedro Leonardo Silva  
Vagner dos Santos  
Wilson Silva Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.87719030913**

**CAPÍTULO 14 ..... 142**

INVESTIGAÇÃO DO DIÓXIDO DE TITÂNIO ESTABILIZADO COM ZIRCÔNIO E SILÍCIO COMO MATRIZ PARA NOVOS DOPANTES

Natali Amarante da Cruz  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Maria Aparecida Zaghete Bertochi  
Silvanice Aparecida Lopes dos Santos  
Lincoln Carlos Silva de Oliveira  
Alberto Adriano Cavalheiro

**DOI 10.22533/at.ed.87719030914**

**CAPÍTULO 15 ..... 154**

MATERIAIS COMPÓSITOS DE MATRIZ POLIÉSTER E FIBRA DE CAPIM CAPETA: RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Douglas Santos Silva  
Igor dos Santos Gomes  
Edil Silva de Vilhena  
Edielson Silva de Vilhena  
Rodrigo da Silva Magalhães Dias  
Maurício Maia Ribeiro  
Roberto Tetsuo Fujiyama

**DOI 10.22533/at.ed.87719030915**

**CAPÍTULO 16 ..... 167**

MICROBALANÇA DE CRISTAL DE QUARTZO NO MONITORAMENTO DE REAÇÕES EM TEMPO-REAL

Cesar Augusto Tischer  
Gina Alejandra Gil Giraldo

**DOI 10.22533/at.ed.87719030916**

**CAPÍTULO 17 ..... 180**

**PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UMA PLANTA INTEGRADA DE PRIMEIRA E SEGUNDA GERAÇÃO**

Rafael Rodrigues Gomes  
Diego Martinez Prata  
Lizandro de Sousa Santos

**DOI 10.22533/at.ed.87719030917**

**CAPÍTULO 18 ..... 193**

**PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE BLENDA DE POLI(CAPROLACTONA) E ACETATO DE CELULOSE CONTENDO ÁCIDO ASCÓRBICO**

Sthefany Ananda Bruna Almeida Mendes  
Maria Oneide Silva de Moraes  
Tainah Vasconcelos Pessoa  
Taisa Lorene Sampaio Farias  
Catarina Barbosa Levy  
Ivanei Ferreira Pinheiro  
Walter Ricardo Brito  
João de Deus Pereira de Moraes Segundo

**DOI 10.22533/at.ed.87719030918**

**CAPÍTULO 19 ..... 202**

**SÍNTESE DA ESTRUTURA PEROVSKITA DE TITANATO DE CÁLCIO E COBRE EM BAIXA TEMPERATURA PELO MÉTODO SOL-GEL**

Eliane Kujat Fischer  
Vinícius Moreira Alves  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Maria Aparecida Zaghete Bertochi  
Graciele Vieira Barbosa  
Cintia Hisano  
Silvanice Lopes dos Santos  
Lincoln Carlos Silva de Oliveira  
Alberto Adriano Cavalheiro

**DOI 10.22533/at.ed.87719030919**

**CAPÍTULO 20 ..... 214**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE HIDROTALCITAS FOSFATADAS DE MAGNÉSIO E ALUMÍNIO POR COPRECIPITAÇÃO**

Alberto Adriano Cavalheiro  
Sabrina Vitor Gonçalves  
Creuza Kimito Caceres Kawahara  
Rafael Aparecido Ciola Amoresi  
Graciele Vieira Barbosa

**DOI 10.22533/at.ed.87719030920**

**CAPÍTULO 21 ..... 225**

**COMPÓSITO DE BORRACHA NATURAL REFORÇADO COM BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR: EFEITOS MECÂNICOS DO TRATAMENTO ALCALINO**

Fábio Friol Guedes de Paiva

Vitor Peixoto Klienchen de Maria  
Giovani Barrera Torres  
Guilherme Dognani  
Renivaldo José dos Santos  
Flávio Camargo Cabrera  
Aldo Eloizo Job

**DOI 10.22533/at.ed.87719030921**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>235</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>236</b>

## EXTRAÇÃO, ANÁLISE E ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE OBTENÇÃO DE ERGOSTEROL EM RESÍDUOS DE *Ganoderma lucidum* (FR.) KRAST (GANODERMATACEAE)

### **Bianca de Araujo Ribeiro Rodrigues**

Universidade do Sagrado Coração, Departamento de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas  
Bauru – São Paulo

### **Marcelo Telascrêa**

Universidade do Sagrado Coração, Departamento de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas  
Bauru – São Paulo

### **Raquel Teixeira Campos**

Universidade do Sagrado Coração, Departamento de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas  
Bauru – São Paulo

### **Oswaldo Luiz Gonçalves da Cunha**

Instituição Toledo de Ensino  
Bauru – São Paulo

### **Márcia Ortiz Mayo Marques**

IAC - Instituto Agrônomo de Campinas-SP

**RESUMO:** Muitos resíduos são produzidos a partir da produção de *Ganoderma lucidum*. Um deles, o ergosterol desempenha um papel importante no crescimento dos fungos, e é encontrado na bicamada fosfolipídica das membranas celulares, principalmente em seu estado livre e, em menor medida, esterificado em ácidos graxos. O presente trabalho propôs o estudo da extração do ergosterol por extração líquido-líquido com etanol/éter e outro com o uso de Soxhlet. Utilizando o padrão ergosterol obteve-se a curva de quantificação com coeficiente

de correlação (R) igual a 0,99. As análises por UV dos extratos obtidos (em triplicata) mostraram que a extração líquido-líquido (1,38 g L<sup>-1</sup> de ergosterol) rendeu menor quantidade de ergosterol quando comparada a do sistema Soxhlet (1,65 g L<sup>-1</sup> de ergosterol), em 282 nm. A partir desses dados, comparando com o custo de ergosterol padrão de mercado (R\$ 97,00/g) e com os dados obtidos, obteve-se a análise da viabilidade econômica. Para produzir 1,38 g de ergosterol, o custo por grama produzida é muito elevado e dessa forma, sua obtenção por este processo torna-se inviável economicamente. Já se considerando que foram produzidos 1,65 g de ergosterol, o custo por grama produzida foi de R\$ 12,73 e sua obtenção por este processo apresentou um lucro de R\$ 84,27/g produzida. Através da análise de investimento realizado, o investimento inicial para a produção do ergosterol pelo processo Soxhlet totaliza R\$ 12.481,00 e, considerando-se que este tipo de produção propicia uma lucratividade de R\$ 84,27/g produzida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pró-vitamina D<sub>2</sub>. Soxhlet. Espectrofotometria. Ergosterol. *Ganoderma lucidum*.

EXTRACTION, ANALYSIS AND STUDY OF THE ECONOMIC VIABILITY OF ERGOSTEROL OBTAINMENT IN WASTE OF *GANODERMA LUCIDUM* (FR.) KRAST (GANODERMATACEAE)

**ABSTRACT:** Many wastes are produced from the production of *Ganoderma lucidum*. One of them, ergosterol plays an important role in growing fungi, and is found in the phospholipid bilayer of cell membranes, mainly in their free state and, to a lesser extent, esterified into fatty acids. The present work proposed the study of the extraction of ergosterol by liquid-liquid extraction with ethanol / ether and another with the use of Soxhlet. Using the ergosterol standard, the quantification curve with correlation coefficient (R) of 0.99 was obtained. The UV analysis of the extracted extracts (in triplicate) showed that liquid-liquid extraction (1.38 g L<sup>-1</sup> of ergosterol) yielded less ergosterol when compared to the Soxhlet system (1.65 g L<sup>-1</sup> ergosterol), at 282 nm. From these data, comparing with the cost of ergosterol market standard (R \$ 97.00 / g) and with the data obtained, the economic viability analysis was obtained. In order to produce 1.38 g of ergosterol, the cost per gram produced is very high and, therefore, its production by this process becomes economically unfeasible. Considering that 1.65 g of ergosterol were produced, the cost per gram produced was R \$ 12.73 and its yield from this process showed a profit of R \$ 84.27 / g produced. Through the investment analysis, the initial investment for the production of ergosterol by the Soxhlet process totals R \$ 12,481.00 and considering that this type of production leads to a profitability of R \$ 84.27 / g produced.

**KEYWORDS:** Pro-vitamin D<sub>2</sub>. Soxhlet. Spectrophotometry. Ergosterol. *Ganoderma lucidum*.

## 1 | INTRODUÇÃO

### 1.1 *Ganoderma lucidum*

*Ganoderma lucidum* (Curt Fr.) P. Karst. é uma espécie da classe dos Basidiomycetes conhecido como um fungo fitopatogênico e mais de 250 espécies são descritas no mundo. Por causa de seus benefícios à saúde ganhou a popularidade como um suplemento dietético, não somente em China e em Japão, mas também na América e em outras partes do mundo. A razão pela qual atrai a atenção internacional como uma fonte natural valiosa é devido à grande variedade de suas atividades biológicas, tais como efeitos antitumoral, imunomodulador, cardiovascular, respiratório, anti-hepatotóxico e antinociceptivo (ação contra a dor). A diversidade das ações biológicas de *Ganoderma* pode ser atribuída ao fato de possuir uma gama de compostos químicos incluindo alcalóides, aminoácidos, peptídeos, esteróides, ácidos graxos, outros ácidos orgânicos e elementos inorgânicos. Os principais compostos com atividades farmacológicas significativas parecem ser triterpenos e polissacáridos (JONG; SCHINNER, 2000).

Mais de 50 polissacáridos carcinostáticos foram isolados e são conhecidos por serem compostos únicos neste cogumelo (KIM; KIM, 2002). Deste modo, os produtos de *G. lucidum* com diferentes triterpenos e polissacáridos ou combinações destes dois grupos são mais susceptíveis de resultar em diferentes atividades farmacológicas

(KUBOTA et al., 1982).

O fungo *Ganoderma lucidum* tem sido utilizado no tratamento de hepatite crônica, por apresentar intensa atividade anti-hepatotóxica. Além disso, foram relatadas atividade anti-HIV em um extrato solúvel em água de *G. lucidum* em compostos como ganoderiol F, ganodermanontriol, ácido ganodérico B, ganodermanondiol, ganodermanontriol, ácido ganoluídico A e lucidumol B. (EL-MEKKAWY, 1998; HATTORI; EL-MEKKAWY; MESELHY, 1999; MIN et al., 1998).

*G. lucidum* possui uma enorme quantidade de esteróides, na qual é dividido em ergosterol e colesterol. O projeto em questão irá abordar a extração e quantificação do ergosterol a partir do fungo *Ganoderma lucidum*.

## 1.2 Ergosterol

O ergosterol é o principal esteroide presente nas células ou membranas miceliais da grande maioria dos fungos. Os maiores níveis deste composto encontram-se nas camadas fosfolipídicas da membrana fúngica, onde o ergosterol desempenha uma importante função estrutural e hormonal na progressão do ciclo celular (GOAD, 1994; GOOSEY, PEACOCK, 1989; RICARDO, 2013).

O ergosterol cujo nome químico é ergostatrien-3 $\beta$ -ol apresenta a fórmula empírica  $C_{28}H_{44}O$  e a massa molecular 386,52 g/mol (CAHAGNIER, 1988). É um composto sólido, cristalino, incolor e com um ponto de fusão na ordem dos 161-166°C, no vácuo, suporta a temperatura de 250°C sem decomposição (FERREIRA, 1994).

É praticamente insolúvel em água, porém apresenta boa solubilidade em solventes orgânicos, como o etanol, e possui boa estabilidade na manipulação laboratorial, principalmente, quando conservado em meio alcalino (GESSNER; SCHIMITT, 1996). Sob influência da luz ultravioleta, o anel diênico B abre-se, originando o ergocalciferol (vitamina D<sub>2</sub>).

Segundo Nam (2001), certa quantidade de peróxido de ergosterol foi isolada para se determinar a existência de atividade biológica. Os resultados obtidos foram concentrações 50% inibidoras de peróxido de ergosterol contra células de tumor gástrico humano, células de hepatoma humano, células de tumor colo-rectal humano e sarcoma-180 de murino. (NAM et al., 2001).

O ergosterol atua como antioxidante de membrana, além de possuir propriedades anticancerígenas e antimutagênicas da vitamina D<sub>2</sub>, possuir menor toxicidade e o poder modificador do efeito do colesterol na progressão do ciclo celular humano, além de seus efeitos antitumorais. (SLOMINSKI et al., 2005).

A figura 1, abaixo, mostra a estrutura orgânica do ergosterol, que possui fórmula molecular  $C_{28}H_{44}O$  e massa molar de 386,52g/mol.

(C<sub>28</sub>H<sub>44</sub>O, M<sub>molar</sub> = 396,65 g/mol).

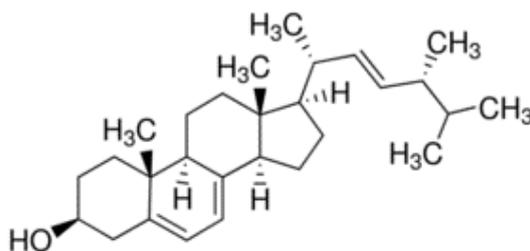


Figura 1 - Estrutura do ergosterol

Fonte: ELLIS, 2002.

### 1.3 Degradação do Ergosterol

A molécula de ergosterol, quando exposta a luz ultravioleta, sofre uma transformação fotossintética, que por sua vez leva à formação de uma variedade de produtos da fotoirradiação, principalmente as pré-vitaminas D<sub>2</sub> tais como taquisterol e lumisterol que, de forma espontânea, sofrem um rearranjo térmico levando à formação de vitamina D<sub>2</sub>, conhecida também como ergocalciferol. Esta substância é essencial para o bom funcionamento dos ossos e, recentemente, tem sido destacada a sua função imunoestimuladora e o seu efeito preventivo no tratamento alguns tipos de cancro e outras doenças crónicas (PHILLIPS et al., 2011; TEICHMANN et al., 2007).

O ergosterol é termoestável, mas fotossensível uma vez que sob influência da luz ultravioleta, o anel diênico B abre-se, originando o ergocalciferol (vitamina D<sub>2</sub>), a mais importante pró vitaminas D. O espectro no UV mostra bandas com os máximos de absorção em 262, 271, 282 e 293 nm, sendo a sua absorção máxima em 282 nm (SOLOMONS, 1994).

### 1.4 Extração De Ergosterol

Há a possibilidade de se quantificar a biomassa fúngica pela determinação de espécies específicas de fungos, através de suas moléculas e a relação com a massa seca micelial. Foram analisadas duas substâncias, a glucosamina e o ergosterol, porém o ergosterol é considerado superior a glucosamina quando em relação a uma biomassa fúngica viva. (GESSNER et al., 1991).

A extração do ergosterol pode ser feita por dois métodos mais conhecidos, que são a homogeneização em metanol pelo aquecimento ou refluxo do mesmo, ou por saponificação direta em hidróxido de potássio (KOH) alcóolico. (GESSNER et al., 1991).

### 1.5 Análise e Quantificação de Ergosterol

O crescente interesse em testes de ergosterol requer métodos analíticos quantitativos rápidos e precisos. Vários métodos para a detecção de ergosterol em

diferentes tipos de amostras foram descritos (por exemplo, extração e derivatização - saponificação seguidos de CG/EM ou CLAE/EM). Em geral, a análise do ergosterol por CG/EM ou CLAE/EM requer cerca de 2 h por amostra. Os métodos são tediosos e demorados devido à longa preparação da amostra e aos grandes requisitos de tamanho da amostra. Os longos tempos de preparação da amostra são obviamente desvantajosos e os procedimentos em várias etapas são propensos à perda de analitos ou à contaminação das amostras. (GÓRECKI; PARSI, 2006).

O ergosterol e os ésteres de ergosterol nas trufas foram separados e quantificados por Villares et al. A curva de calibração da área do pico (A) contra a concentração (C) para o ergosterol a 280 nm ( $A = 2.10^7C + 13,773$ ) deu uma boa resposta linear ao longo de uma ampla gama de concentrações (0,1 - 1,0 mg/mL) com um coeficiente de correlação (r) de 0,999. O limite de detecção foi determinado em 0,023 mg / mL e o limite de quantificação foi de 0,076 mg / mL. Quatro determinações repetidas foram realizadas no mesmo dia e doze determinações replicadas foram feitas em três dias diferentes. O método mostrou boa repetibilidade (intra-dia) e reprodutibilidade (inter-dia) para amostras de trufas pelo desvio padrão relativo (0,5% R.S.D e 3% R.S.D., respectivamente). (VILLARES et al., 2012).

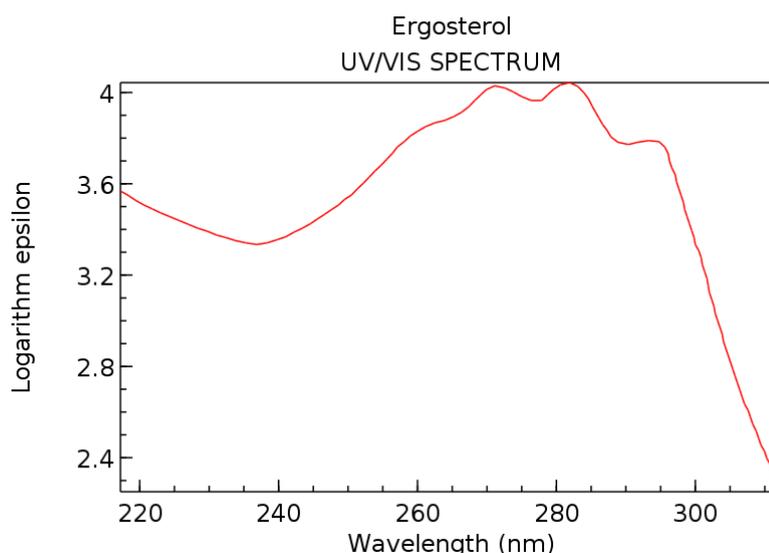


Figura 2 - Espectro de UV do ergosterol e suas bandas características.

Fonte: LANG, 1962.

## 1.6 Viabilidade Econômica

De acordo com Groppelli e Nikbakht (2010), um projeto de investimento necessita ser analisado, em relação a viabilidade econômica e financeira, levando-se em conta à sua iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento. Dessa forma, irá indicar uma previsão de fluxo de caixa com a indicação dos valores de dispêndio (saídas de valores) bem como as receitas obtidas (entradas de valores). (GROPPELLI; NIKBAKHT, 2010).

Segundo Hirschfeld (2000), o estudo da viabilidade econômica de um investimento seria um exame do próprio projeto que será executado, considerando os aspectos jurídicos, comerciais, técnicos, administrativos e financeiros. Esse projeto só se tornará viável se for demonstrada a máxima eficiência econômica e financeira. (HIRSCHFELD, 2000).

Dessa forma, o presente projeto tem como objetivo obter, quantificar e analisar a viabilidade econômica para a obtenção e quantificação de ergosterol a partir de resíduos de compostos do cogumelo *Ganoderma lucidum*.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Extração Soxhlet

Colocou-se 150 mL de etanol 96% (marca: CRQ, lote: 003741) num balão de 200 mL e 6,52g de matéria prima (resíduo do fungo *Ganoderma lucidum*) dentro do reservatório de vidro, esperou-se o solvente entrar em ebulição e preencher o reservatório até que se atingisse a altura do sifão, levando então o extrato para o balão e completando a extração. Repetiu-se o experimento por mais duas vezes, originando a triplicata. Feito isso, colocou-se as amostras em três vidros de cor âmbar para que as amostras não degradassem em contato com a luz. Posteriormente, as amostras foram analisadas por espectrofotometria no UV-Vis em 282 nm.

### 2.2 Extração Líquido/Líquido

Primeiramente pesou-se a matéria prima (6,52g do resíduo do fungo *Ganoderma lucidum*) em balança analítica e o material foi depositado dentro de um papel de filtro em forma de cartucho, com apoio de um béquer de 50 mL. Feita a pesagem, colocou-se a matéria prima dentro de um erlenmeyer de 500 mL e adicionou-se 150 mL de etanol 96% com uma proveta de 100 mL. O erlenmeyer foi levado até o banho ultrassônico (marca: Quimis, modelo: 033502, lote: 14100997), onde ficou por 20 minutos sonicando. Ao ser retirada do banho, a amostra foi filtrada e deixou-se o sobrenadante (substância já extraída). Posteriormente, as amostras foram analisadas no espectrofotômetro UV-Vis de feixe simples JENWAY (modelo: 7305, série: 56171), em 282nm.

### 2.3 Análise por Espectrofotometria No UV-VIS

Foram preparadas quatro soluções em etanol com concentrações diferentes de padrão de ergosterol: 0,3500g.L<sup>-1</sup>, 0,1700g.L<sup>-1</sup>, 0,0875 g.L<sup>-1</sup> e 0,0438 g.L<sup>-1</sup>, respectivamente. As amostras foram analisadas em  $\lambda_{\text{máx}} = 282 \text{ nm}$  e em triplicata. Utilizou-se o etanol puro como branco. O padrão mostrou boa solubilidade no solvente utilizado.

As leituras de absorvâncias obtidas e de suas respectivas concentrações foram tratadas via software Excel e um gráfico foi obtido. A partir do gráfico e do software, após a linearização da curva, pode-se obter a equação que relaciona absorvância com a concentração e o valor do coeficiente de correlação (R) (SKOOG et al., 2006).

### 3 | ANÁLISES E DISCUSSÃO

Foram feitas três extrações a partir de resíduo de *Ganoderma lucidum*. A média das massas iniciais de resíduo de *Ganoderma* utilizado na extração por Soxhlet foi de 6,5274 g com desvio de +/- 0,001. Já a média das massas iniciais de resíduo de *Ganoderma* utilizado na extração líquido-líquido foi de 6,5272 g com desvio de +/- 0,004.

#### 3.1 Curva de Calibração

O padrão de ergosterol foi diluído em etanol e analisado por UV-Vis (em 282 nm) e em triplicata, como indica a Tabela 1. Para cada uma das quatro amostras foram feitas análises em triplicata da absorvância (Análise I, Análise II e Análise III).

	Concentração (g L <sup>-1</sup> )	Análise I	Análise II	Análise III	Média	Desvio Padrão (+/-)
Amostra 1	<b>0,3500</b>	0,163	0,159	0,162	0,161	0,002
Amostra 2	<b>0,1700</b>	0,135	0,136	0,136	0,136	0,001
Amostra 3	<b>0,0875</b>	0,107	0,106	0,105	0,106	0,001
Amostra 4	<b>0,0438</b>	0,092	0,087	0,088	0,089	0,003

Tabela 1 – Valores da concentração e absorvância de cada amostra.

Fonte: elaborado pela autora.

Na figura 3, abaixo, pode-se observar a curva de calibração analítica do ergosterol, assim como identificar o coeficiente de linearização (R), obtido através da equação da reta já conhecida pelo gráfico antecedente, é apresentada na Equação 1:

$$y = 0,2264.x + 0,0834 \quad (1)$$

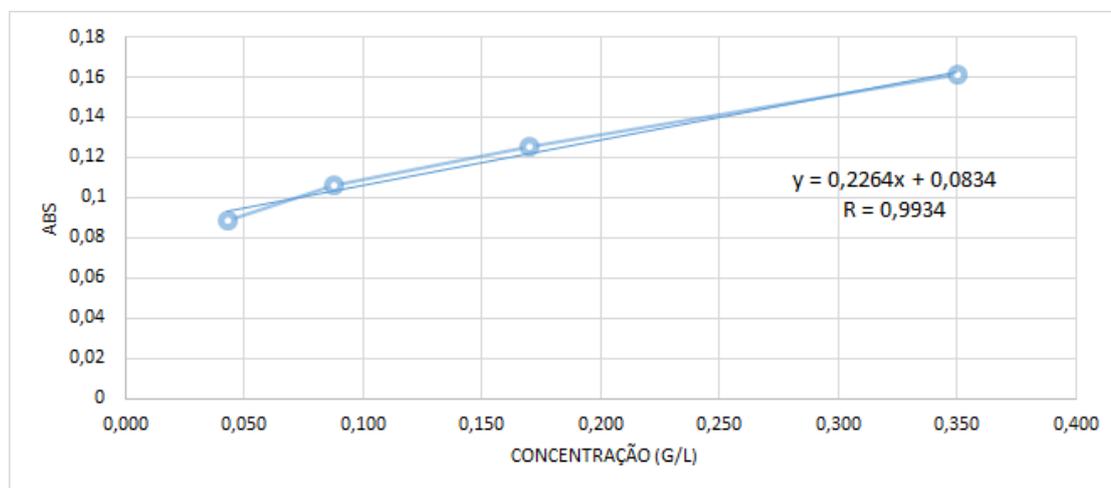


Figura 3 - Curva de calibração analítica do ergosterol.

Fonte: elaborado pela autora.

### 3.2 Determinação da Concentração de Ergosterol nas Amostras

Cada amostra obtida foi analisada por UV-Vis, em 282 nm, e suas absorbâncias foram tabuladas. Utilizando a Equação 1, foram obtidos os valores de concentração em  $\text{g.L}^{-1}$  que são mostrados na Tabela 2 e 3, respectivamente.

Absorbância	Concentração ( $\text{g L}^{-1}$ )
0,4123	1,45
0,4753	1,73
0,4860	1,78
Média	<b>1,65</b>
Desvio (+/-)	<b>0,18</b>

Tabela 2 - Dados de absorbância e de concentração ( $\text{g L}^{-1}$ ) obtidas para as amostras de Soxhlet.

Fonte: elaborado pela autora.

Absorbância	Concentração ( $\text{g L}^{-1}$ )
0,4050	1,42
0,3790	1,31
0,4060	1,42
Média	<b>1,38</b>
Desvio (+/-)	<b>0,07</b>

Tabela 3 – Dados de absorbância e de concentração ( $\text{g L}^{-1}$ ) obtidas para as amostras Líq-Líqu.

Fonte: elaborado pela autora.

### 3.3 Determinação da % Em Massa de Ergosterol

A partir dos dados das médias das concentrações obtidos nas Tabelas 2 e 3, e da massa inicial de *Ganoderma*, pode-se determinar a % de ergosterol obtido em cada uma das extrações, como pode ser visualizado na Tabela 4.

EXTRAÇÃO POR SOXHLET (massa por L)		
Massa inicial = 43,52 g	Massa de Ergosterol = 1,65 g	% em massa = 3,79%
EXTRAÇÃO LÍQ-LÍQ (massa por L)		
Massa inicial = 43,51 g	Massa de Ergosterol = 1,38 g	% em massa = 3,17%

Tabela 4 - Cálculo das % em massa de ergosterol em cada uma das extrações.

Fonte: elaborado pela autora.

Para a extração foram propostos dois estilos de extrações que estavam disponíveis e eram rápidos: a extração líquido-líquido e a extração por Soxhlet. O solvente utilizado para ambas extrações foi o álcool etílico, pois no teste de solubilidade do padrão foi o solvente que se mostrou mais eficiente em sua solubilização. Segundo o *Specification Sheet* do ergosterol (>75%) fornecido pela Sigma Aldrich, sugere o uso de etanol para análises de UV-Vis de 281 a 282 nm (SIGMA ALDRICH).

Baseando-se na curva de calibração analítica obtida por espectrofotometria de UV-Vis, pode-se observar que o valor de  $R = 0,9934$ , calculado automaticamente pelo software Excel, está próximo de 1 e, portanto, foi considerado satisfatório, visto que confirmou a linearidade das amostras, sendo este um bom ajuste linear dos dados, indicando que o sistema obedeceu a Lei de Lambert-Beer (SKOOG et al., 2006).

### 3.4 Determinação das Potenciais Perdas em Ergosterol pelo Produtor

Segundo informações do produtor fornecedor de resíduo, estima-se que cerca de 2 toneladas de resíduo de *Ganoderma lucidum* sejam descartados ao ano. Fazendo uma estimativa e levando-se em conta que a melhor extração foi no sistema Soxhlet, de 43,52 g de resíduo que contém 1,65 g de ergosterol (rendimento de 3,79%), permitiu calcular que em 2 toneladas descartadas podem conter cerca de 75,8kg de ergosterol. Apenas como estimativa, obteve-se o orçamento do ergosterol no valor de R\$ 97,00 por grama g (> 75% ) junto à ao site da Sigma Aldrich. Levando-se em conta esses dados, o produtor poderá estar descartando um valor estimado de R\$ 7.352.600 em ergosterol ao ano (estimativa baseada no composto isolado e puro).

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram avaliados dois caminhos disponíveis de extração de ergosterol, a partir do resíduo do fungo *Ganoderma lucidum*. Optou-se pelo uso do sistema por

espectrofotometria no UV-Vis. Dessa forma, a curva de quantificação do padrão de ergosterol foi confeccionada através de espectrofotometria no UV-Vis (282 nm) e a substância pode ser analisada e quantificada em cada método de extração, permitindo o estudo de viabilidade econômica dos processos. A curva de calibração obtida está de acordo com a Lei de Lambert-Beer, já que pôde-se obter um R igual a 0,9934 e, a partir da equação de reta e dos dados de absorbância obtidos das amostras das extrações, concluiu-se que a extração por sistema Soxhlet foi a mais eficiente com obtenção de 1,65 g L<sup>-1</sup>, mostrando um rendimento de 3,79%. Com esses dados, verificou-se a possibilidade de utilização de um sistema simples, rápido e eficaz na extração do ergosterol nessa espécie de fungo. Através da análise da viabilidade econômica, pode-se concluir que para obter 1,38 g L<sup>-1</sup> por extração líquido-líquido, o seu custo por cada grama se torna 32 vezes maior que o do sistema Soxhlet, enquanto que para se obter 1,65 g L<sup>-1</sup> por extração de Soxhlet, calculou-se um custo de R\$ 12,73 por cada grama de ergosterol. Portanto, quando se comparam os dados com o custo do grama de ergosterol de mercado, conclui-se que a obtenção pelo sistema Soxhlet apresenta um lucro de R\$ 84,27 por cada grama produzida, sendo o sistema mais viável.

## REFERÊNCIAS

CAHAGNIER, B. Qualita Microbiologique des Grainset Teneurs en Ergosterol. [s.l.]: **Industries Alimentaires et Agricoles**. v.1, p. 5-15, 1988.

ELLIS, D. Amphotericin B: spectrum and resistance. **J. Antimicrob. Chemother.** Austrália, 2002. v. 1, n. 49, p. 7-10.

EL-MEKKAWY, S. et al., Anti-HIV and anti-HIV-protease substances from Ganoderma lucidum, **Phytochemistry**, v. 49, n. 6, p. 1651–1657, 1998.

FERREIRA, G. F. A. **Nutrição humana**. 2 ed. Lisboa: Serviço de Educação. Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.

GESSNER, M. O.; BAUCHROWITZ, M. A.; ESCAUTIER, M. Extraction and quantification of ergosterol as a measure of fungal biomass in leaf litter. **Microb. Ecol.** França. v. 22, p. 285-291, 1991.

GESSNER, M.O.; SCHIMITT, A.L. Use of solid-phase extraction to determine ergosterol concentrations in plant tissue colonized by fungi. **Applied Environmental Microbiology**. Alemanha, v. 62, n. 2, p. 415-419, 1996.

GOAD, L.J. The effects of antifungal compounds on growth and sterol metabolism in plants and protozoa. **Biochemical Society Transactions**. Liverpool, v. 22, p. 269-635, 1994.

GOOSEY, M.W.; PEACOCK, G.A. Separation of fungal sterols by normal-phase high performance liquid chromatography-application to the evaluation of ergosterol biosynthesis inhibitors. **Journal of Chromatography**. Oxfordshire, 18 jan. 2002. v. 469, p. 293-303.

GROPPELLI, A. A; NIKBAKHT, E. **Administração Financeira**. São Paulo: Saraiva, 2010.

- HATTORI, M.; EL-MEKKAWY, S.; MESELHY, R.. Inhibitory effects of components from *Ganoderma lucidum* on the growth of human immunodeficiency virus (HIV) and the protease activity. In: PROCEEDINGS OF THE 1ST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GANODERMA LUCIDUM IN JAPAN, n. 49,1999. Japão. p. 128–135.
- HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e Análise de Custos**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- JONG, S.C.; BIRMINGHAM, J.M., Medicinal benefits of the mushroom *Ganoderma*, **Advances Applied Microbiology**. [s.l.] v. 37, p. 101–134, 2000.
- KUBOTA, T. et al. Structures of ganodermeric acid A and B, two new lanostane type bitter triterpenes from *Ganoderma lucidum* (Fr.) Karst. **Helvetica Chimica Acta**, [s.l.], v. 65, n.2, p. 611–619, 1982.
- LANG, L., **Absorption Spectra in the Ultraviolet and Visible Region**. Ed 3515. New York: Ed. Academic Press. v. 136, p. 519, 1962.
- MIN, C.N. et al. Triterpenes from the spores of *Ganoderma lucidum* and their inhibitory activity against HIV-1 protease, **Chem. Pharm. Bull.** Japão, v. 46, n. 10, p. 1607–1612, 1998.
- NAM, K. S. et al. Cytotoxic activities of acetoxyscirpenediol and ergosterol peroxide from *Paecilomyces tenuipes*. **Life Sciences**. Coréia do Sul, Seul, 01 jun. 2001., v. 69, ed. 2, p. 229-237.
- PARSI, Z.; GÓRECKI, T. Determination of ergosterol as an indicator of fungal biomass in various samples using non-discriminating flash pyrolysis. **Journal of Chromatography A**. Ontário, Waterloo. 04 ago. 2006., p. 145–150.
- PHILLIPS, K.M. et al. Vitamin D and sterol composition of 10 types of mushrooms from retail suppliers in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Virginia, 27 jul. 2011, v. 59, p. 7841–7853.
- RICARDO, S. C. N. **Quantificação do teor de ergosterol por HPLC-UV e determinação da atividade antioxidante no cogumelo *Pleurotus ostreatus* comercializado e cultivado em borras de café e palha de trigo**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Farmácia da Universidade de Coimbra, Portugal, 2013.
- SCHINNER, F.; HUBLIK, G. Characterization and immobilization of the laccase from *Pleurotus ostreatus* and its use for the continuous elimination of phenolic pollutants. **Enzyme Microb. Technol.** Estados Unidos, v. 27, n. 3, p. 330–336, 2000.
- SIGMA ALDRICH. **Loja online de materiais de laboratório**. São Paulo, Brasil. Disponível em: <[Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 2](https://www.sigmaaldrich.com/catalog/search?term=57-87-4&interface=CAS%20No.&N=0&mode=partialmaxfocus=product&lang=pt&region=BR&focus=product&gclid=CjwKCAjwqLbIBRBYEiwAV3pCJt2VpQk3-TKpffCcFWbEeJKQfePc9X2F2XTC-qzSe-Gw1eYRbFZHoBoCGj0QAvD_BwE.>, Acesso em: 20 fev. 2018.</p>
<p>SKOOG, D. A. et al. <b>Fundamentos de Química Analítica</b>. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2006.</p>
<p>SLOMINSKI, A. et al., Enzymatic metabolism of ergosterol by cytochrome P450sc6 to Biologically Active 17<math>\alpha</math>, 24-Dihydroxyergosterol. <b>Chemistry & Biology</b>. Tennessee, v. 12, ed. 8, p. 931-939, 2005.</p>
<p>SOLOMONS, T.W. G. <b>Química Orgânica</b>. 3 ed., Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos Editora Ltda., 1994.</p>
<p>TEICHMANN, A. et al. Sterol and vitamin D2 concentrations in cultivated and wild grown mushrooms: effects of UV irradiation. <b>Lwt- Food Science and Technology</b>. [s.l.], v.5, n. 40, p. 815–822, 2007.</p>
</div>
<div data-bbox=)

VILLARES, A. et al. Identification and quantification of ergosterol and phenolic compounds occurring in Tuber spp. truffles. **Journal of food composition and analysis**. Soria, Espanha. 28 dez. 2011, v. 26, p. 177-182.

## **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

Argila aniônica 76  
Astronomia 19, 20, 21, 23, 27, 28  
Ativação ácida 88, 90

### B

Biocompósitos 225

### C

CCT 203, 209  
Cerâmica dielétrica 203  
Combustível 119  
Compósitos poliméricos 155

### D

Dissipação de calor 63

### E

Eclipses 19, 20  
Educação em tempo integral 29  
Eletrofiação 9, 132  
Embalagem 101, 106, 107  
Ensino de matemática 29  
Ergosterol 120, 121, 122, 123, 127, 128, 129  
Espectrofotometria 120, 125  
Etanol 109, 114, 115, 118, 119, 184, 185, 187, 188, 191

### F

Filmes 173, 174, 193  
Filmes poliméricos 193  
Formação de professores 41

### G

Ganodermalucidum 130

### M

Método Sol-Gel 144, 203, 205, 206  
Modelagem 63

### N

Nanofibras 134, 136

### O

Oficina 14, 16, 18  
Ondulação geoidal 6, 10, 11

Origami modular 29

## **P**

Padrão 10, 51, 126

Perfilamento laser 1

Perovskita 203, 204, 205, 206, 209, 210, 211

Potenciação 51

Proporção 51, 61

## **S**

Sabonetes 101

Semicondutor 143

Simulação computacional 63

Sohxlet 120, 121

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-587-7



9 788572 475877