



Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

---

# Estudos Interdisciplinares nas Ciências e da Terra e Engenharias 4

---

 **Atena**  
Editora  
Ano 2019

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências  
Exatas e da Terra e Engenharias 4

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: Natália Sandrini  
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	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 4 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 4)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-622-5 DOI 10.22533/at.ed.225191109</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
<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

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 4º volume 37 capítulos com temáticas voltadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCOS DE INUNDAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE PONTE NOVA – MG	
Anderson Nascimento Milagres Gian Fonseca dos Santos Danilo Segall César Yann Freire Marques Costa Klinger Senra Rezende Alixandre Sanquetta Laporti Luppi Adonai Gomes Fineza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911091</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
MUTAGÊNESE DA LEVEDURA <i>Candida viswanathii</i> PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS LIPOLÍTICAS	
Luiz Renato Lima Silva Miranda Nayra Morgana Lima De Oliveira Erika Carolina Vieira Almeida Adriana Augusta Neto Alex Fernando De Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911092</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>19</b>
A RELAÇÃO ENTRE PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO DE LIDERANÇA E O CAPITAL SOCIAL NAS ORGANIZAÇÕES	
Bruno Henriques Watté Márcio Vieira de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911093</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
BRUNIMENTO FLEXÍVEL DE CILINDROS DE BLOCOS DE COMPRESSORES HERMÉTICOS: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA GRANULOMETRIA E DO NÚMERO DE GOLPES DA FERRAMENTA NO PARÂMETRO DE RUGOSIDADE $R_p$	
Guilherme Henrique Caetano Barros Rosenda Valdés Arencibia Luciano José Arantes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911094</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
ANÁLISE DA ACELERAÇÃO POR EXTRAPOLAÇÃO DA FONTE DE FISSÃO CONSIDERANDO A TEORIA DE DIFUSÃO DE NEUTRONS EM REATORES NUCLEARES	
Andrey Silva Pontes Henrique Matheus Ferreira da Silva Lenilson Moreira Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911095</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>51</b>
ANÁLISE DE DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE REDES DE SENSORES SEM FIO EM <i>SMART GRIDS</i>	
Álison De Oliveira Alves Felipe Denis Mendonça De Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911096</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>64</b>
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS PERILIL-DIHIDROPIRIMIDINONAS ATRAVÉS DA REAÇÃO DE HUISGEN COM FORMAÇÃO DE ANÉIS 1,2,3-TRIAZÓLICOS	
Vinícius Vendrusculo Dennis Russowsky	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911097</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>74</b>
ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICAS DA CASTANHOLA	
Jonas Soares de Mesquita Davi Pereira Araújo Maria Carolina Martins da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911098</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>81</b>
USO DE CATALISADORES DE NÍQUEL PARA A RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS PRIMÁRIAS	
Fernanda Amaral de Siqueira Natália Cavallaro Martins de Sousa Sania Maria de Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2251911099</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>92</b>
AVALIANDO EM MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO-OESTE MINEIRO	
Patrícia Milagre de Freitas Leandro Teles Antunes dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110910</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>102</b>
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Andre Luis Martins De Souza Renata Evangelista Alexandre Bueno Ronaldo Marques Serigne Ababacar Felipe Rogério Hudson Luis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110911</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 111**

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE MADURO ESTABILIZADO COM LAMA DE CAL

Danilo Segall César  
Yann Freire Marques Costa  
Anderson Nascimento Milagres  
Gian Fonseca dos Santos  
Eduardo Souza Candido  
Klinger Senra Rezende  
Adonai Gomes Fineza

**DOI 10.22533/at.ed.22519110912**

**CAPÍTULO 13 ..... 122**

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: ESTUDO DE CASO COM PILHAS ALCALINAS

Pedro Luiz Dias Barroso  
Julia Santos Caetano  
Jean Pierre Sayago  
Joeci Ricardo Godoi  
Rodrigo Souza Banegas  
Letícia Flohr

**DOI 10.22533/at.ed.22519110913**

**CAPÍTULO 14 ..... 132**

CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES DE PAADDA/PSS E PDDA/PSS PREPARADOS POR LAYER-BY-LAYER

Samanta Costa Machado Silva  
Jorge Amim Júnior  
Ana Lucia Shiguihara

**DOI 10.22533/at.ed.22519110914**

**CAPÍTULO 15 ..... 144**

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DE *Simaba ferruginea*

Jessica Sara de Sousa Macêdo Oliveira  
Lucivania Rodrigues dos Santos  
Adonias Almeida Carvalho  
Renato Pinto de Sousa  
Gerardo Magela Vieira Júnior  
Ruth Raquel Soares de Farias  
Mariana Helena Chaves

**DOI 10.22533/at.ed.22519110915**

**CAPÍTULO 16 ..... 157**

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS ALCALINAMENTE ATIVADOS PARA MITIGAÇÃO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS

Jocélio Jairo Vieira Filho  
Kelly Cristiane Gomes  
Williamns Tadeu de Oliveira Lins Belo

**DOI 10.22533/at.ed.22519110916**

**CAPÍTULO 17 ..... 183**

ESTRUTURA AXIOMÁTICA DO ORIGAMI: UMA ABORDAGEM DOS POLIEDROS REGULARES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Anita Lima Pimenta  
Eliane Scheid Gazire

**DOI 10.22533/at.ed.22519110917**

**CAPÍTULO 18 ..... 193**

ESTUDO DO EFEITO DOS PARÂMETROS DE PROJETO DE BICOS EXTRUSORES EM BIOIMPRESSÃO UTILIZANDO FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

Patrícia Muniz de Oliveira  
Isabela Poley  
Estevam Barbosa Las Casas  
Marina Spyer Las Casas  
Janaina Dernowsek

**DOI 10.22533/at.ed.22519110918**

**CAPÍTULO 19 ..... 205**

IMPACTO DA RESOLUÇÃO HORIZONTAL NA SIMULAÇÃO DOS JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NA AMÉRICA DO SUL USANDO O MODELO GLOBAL DO CPTEC

Dayana Castilho de Souza  
Paulo Yoshio Kubota  
Silvio Nilo Figueroa  
Enver Manuel Amador Ramirez Gutierrez  
Caio Augusto dos Santos Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.22519110919**

**CAPÍTULO 20 ..... 218**

*LESSON STUDY*: UMA ADAPTAÇÃO PARA O BRASIL

Renata Camacho Bezerra  
Maria Raquel Miotto Morelatti

**DOI 10.22533/at.ed.22519110920**

**CAPÍTULO 21 ..... 226**

MICROSCOPIA DE DESFOCALIZAÇÃO COMO UMA FERRAMENTA DE ESTUDO DE PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E MECÂNICAS DE ERITRÓCITOS

Paula M. S. Roma  
Luiza C. Mourão  
Marcelo P. Bemquerer  
Erika M. Braga  
Ubirajara Agero

**DOI 10.22533/at.ed.22519110921**

**CAPÍTULO 22 ..... 232**

PENSAMENTO ALGÉBRICO E SUA APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES LINEARES

Fábio Mendes Ramos  
Fabricia Gracielle Santos  
Daniel Martins Nunes

**DOI 10.22533/at.ed.22519110922**

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>243</b>
ENSINO DE QUÍMICA VERSUS TICs: RETRATO DE PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS	
Eleonora Celli Carioca Arenare	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110923</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>253</b>
PREPARAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE BLENDS DE PHB/PC	
Francielle Schmitz	
Carolina de Andrade	
Ivonete Oliveira Barcellos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110924</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>267</b>
RESINAS DE POLIÉSTER INSATURADO E SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES EM FIBERGLASS	
Patricia Reis Pinto	
Sérgio da Silva Feitosa	
Alaíde de Sá Barreto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110925</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>277</b>
APLICAÇÃO DO MÉTODO DA PENALIZAÇÃO ROBUSTA PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO MULTI-OBJETIVO	
Gustavo Barbosa Libotte	
Fran Sérgio Lobato	
Francisco Duarte Moura Neto	
Gustavo Mendes Platt	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110926</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>289</b>
SÍNTESE DE FASE SÓLIDA HÍBRIDA MOLECULARMENTE IMPRESSA PARA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS ÁGUA SUPERFICIAL	
Fabiana Casarin	
Camila Santos Dourado	
Ana Cristi Basile Dias	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110927</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>302</b>
SOLUÇÃO ANALÍTICA DE PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE CONDUÇÃO DE CALOR UTILIZANDO FUNÇÕES DE GREEN	
José Aguiar dos Santos Junior	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Eduardo Peixoto de Oliveira	
Guilherme Ramalho Costa	
Jefferson Gomes Do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110928</b>	

**CAPÍTULO 29 ..... 310**

TAXAS DE FREQUÊNCIA E GRAVIDADE DOS ACIDENTES OCORRIDOS EM UM GRUPO DE PROPRIEDADES CAFEEIRAS CERTIFICADAS

Rafael Augusto Silva Souza  
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior  
Armando Mendes Nogueira  
Raphael Nogueira Rezende  
Agda Silva Prado Oliveira  
Adriano Bortolotti da Silva  
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

**DOI 10.22533/at.ed.22519110929**

**CAPÍTULO 30 ..... 315**

UM SISTEMA COLABORATIVO DE INCENTIVO A DOAÇÃO DE SANGUE

Alúcio José Pereira  
Fábio Abrantes Diniz  
Elder Gonçalves Pereira  
Francisco Paulo de Freitas Neto  
Elissandra Cheu Pereira do Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.22519110930**

**CAPÍTULO 31 ..... 329**

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE NÚMEROS DECIMAIS NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Cristiana Monique Feltes Sivert  
Cassiano Scott Puhl

**DOI 10.22533/at.ed.22519110931**

**CAPÍTULO 32 ..... 339**

ESTUDO DA VIABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CULTIVOS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS: APLICAÇÃO INICIAL EM VIVEIROS ESCAVADOS

Wilmar Borges Leal Junior  
Fabiano Medeiros Tavares  
Ítalo Cordeiro Silva Lima  
Delfim Dias Bonfim  
Lucyano Campos Martins  
Nailson Martins Dantas Landim  
Haryson Huan Arruda da Silva Santos  
Douglas Ferreira Chaves

**DOI 10.22533/at.ed.22519110932**

**CAPÍTULO 33 ..... 349**

REGRESSÃO POLINOMIAL E REDES NEURAS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

Carlos Augusto Zilli  
Luiz Fernando Palin Droubi  
Norberto Hochheim

**DOI 10.22533/at.ed.22519110933**

**CAPÍTULO 34 ..... 363**

ANALISE DE RECALQUES NO CONTORNO RODOVIÁRIO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Wagner de Sousa Santos  
Amanda Morlos

**DOI 10.22533/at.ed.22519110934**

<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>376</b>
SIMULAÇÃO DA ESTABILIDADE DE UM TÚNEL EM MACIÇO ROCHOSO	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.22519110935</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>387</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>388</b>

## CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES DE PAADDA/PSS E PDDA/PSS PREPARADOS POR LAYER-BY-LAYER

### **Samanta Costa Machado Silva**

Universidade Federal do Rio de Janeiro-Campus  
Macaé, Laboratório de Materiais Poliméricos e  
Eletroquímica.

Macaé-Rio de Janeiro

### **Jorge Amim Júnior**

Universidade Federal do Rio de Janeiro-Campus  
Macaé, Laboratório de Materiais Poliméricos e  
Eletroquímica.

Macaé-Rio de Janeiro

### **Ana Lucia Shiguihara**

Universidade Federal do Rio de Janeiro-Campus  
Macaé, Laboratório de Materiais Poliméricos e  
Eletroquímica.

Macaé-Rio de Janeiro

**RESUMO:** Neste trabalho, filmes de poli(acrilamida-co-dialildimetilamônio)/ poli(estirenosulfonato), PAADDA/PSS, e poli(dialildimetilamônio)/ poli(estirenosulfonato), PDDA/PSS, foram preparados pela técnica de *layer-by-layer* (LbL) sobre lâminas de quartzo. Os filmes foram caracterizados por espectroscopia na região do UV-Vis, microscopia de força atômica (AFM) e através de medidas de ângulos de contato. Além disso, a cinética de adsorção do ácido tânico (TA) sobre os filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS foi investigada. Os espectros de absorção na região do UV-Vis de PAADDA/PSS e PDDA/

PSS sobre lâminas de quartzo confirmaram a formação dos filmes finos. As imagens de AFM mostraram que o filme de PAADDA/PSS é mais rugoso que o filme de PDDA/PSS. As medidas de ângulo de contato revelaram que o filme de PAADDA/PSS é mais hidrofílico do que o PDDA/PSS. A capacidade de adsorção do TA seguiu a ordem: PAADDA/PSS > PDDA/PSS. O melhor modelo cinético encontrado para o processo de adsorção do TA sobre o filme de PAADDA/PSS foi o de pseudo-segunda ordem. O modelo de difusão de intrapartícula mostrou que o mecanismo de adsorção do TA sobre o filme de PAADDA/PSS ocorre em duas etapas. **PALAVRAS-CHAVE:** *layer-by-layer*, ácido tânico, polieletrólito.

**ABSTRACT:** In this work, films of poly(acrylamide-co-diallyldimethylammonium)/ poly(styrene sulfonate), PAADDA/PSS, and poly(diallyldimethylammonium)/ poly(styrene sulfonate), PDDA/PSS, were fabricated by layer-by-layer (LbL) self assembly onto quartz slides. The films were characterized by means of UV-Vis spectroscopy, atomic force microscopy (AFM) and angle contact measurements. Moreover, the adsorption kinetics of tannic acid on the PAADDA/PSS and PDDA/PSS films was investigated. UV-Vis absorption measurements confirmed the formation of PAADDA/PSS and PDDA/PSS films on the quartz slides. AFM

images showed that PAADDA/PSS is more rougher than PDDA/PSS film. Angle contact measurements showed that PAADDA/PSS is more hydrophilic than PDDA/PSS film. The adsorption capacities of TA on the films followed the order: PAADDA/PSS > PDDA/PSS. The adsorption kinetics of TA on PAADDA/PSS film revealed that the adsorption process was better fitted by pseudo second-order. Intraparticle diffusion model showed that the adsorption process of TA on the PAADDA/PSS film occurred in two steps.

**KEYWORDS:** layer-by-layer, tannic acid, polyelectrolyte.

## 1 | INTRODUÇÃO

A técnica LbL ou “camada sobre camada”, baseia-se na construção de filmes nanoestruturados constituídos por multicomponentes, através da adsorção eletrostática alternada de camadas catiônicas e aniônicas sobre um substrato (SILVA, 2008; RIETH, 2003) possibilitando, dessa forma, a montagem em sequência de filmes ultrafinos. As vantagens da técnica LbL permitem a organização das moléculas individuais em estruturas alternadas com alto controle de espessura, possibilitando o planejamento das propriedades finais dos filmes obtidos (SILVA, 2008; RIETH, 2003). Além da simplicidade da técnica, a LbL apresenta, ainda, um baixo custo para aplicação.

Dessa forma, para que os filmes sejam preparados, um substrato (como por exemplo, o quartzo) é imerso em uma solução contendo um polieletrólito catiônico a fim de que a camada que contenha o cátion seja formada. Após, o substrato é imerso em solução contendo o polieletrólito aniônico, permitindo, dessa forma, que o ânion seja depositado sobre a camada catiônica. Ao final do processo, obtém-se a primeira bicamada. A força motriz responsável pelo crescimento dos filmes é a atração eletrostática entre cargas opostas das moléculas que proporciona um filme com bom posicionamento das camadas individuais, independente da natureza, tamanho e topologia do substrato. A utilização de polieletrólitos é preferida às moléculas pequenas, em decorrência da maior adesão entre as camadas, como também ao substrato (DECHER, 1997).

A técnica de LbL pode ser aplicada em diferentes áreas desde a química, física, biologia e engenharias (DECHER *et al.*, 1992), incluindo o recobrimento antibacteriano e antiadesivo de superfícies utilizando biopolímeros (FOLLMANN *et al.*, 2012), a imobilização de biomoléculas para utilização em biossensores eletroquímicos (DECHER *et al.*, 1992), o desenvolvimento de membrana catalíticas (DOTZAUER *et al.*, 2006), de dispositivos eletrônicos como camadas injetoras de carga em diodos emissores de luz (HO *et al.*, 2000), e de membranas trocadoras de íons em células a combustível (MICHEL *et al.*, 2007).

O ácido tânico (Figura 1) é a forma mais simples de tanino hidrolisável obtido a partir da fermentação de vegetais, sendo solúvel em água (AN e DULTZ, 2007). É um polifenol que apresenta fórmula molecular  $C_{76}H_{52}O_{46}$ , composto por uma molécula

central de glicose, com um total de cinco cadeias formadas por duas moléculas de ácido gálico ligadas por esterificação (GALI *et al.*, 1992). O tanino é encontrado em alimentos como uvas, lentilhas, chocolates, vinho tinto, cerveja, café, chá preto e chá verde (ZENGIN *et al.*, 2014). Alguns estudos sugerem que o consumo de chá verde pode estar relacionado a uma menor incidência de câncer, decorrente da presença do tanino na composição do chá (KUO *et al.*, 1992).

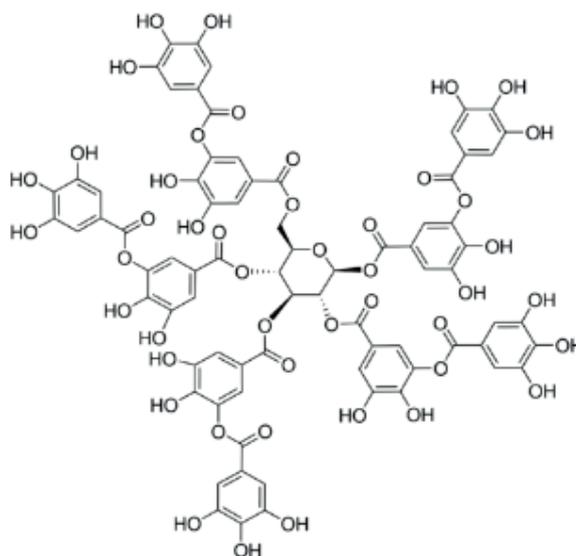


Figura 1. Estrutura química do ácido tânico.

O tanino é considerado um importante inibidor do crescimento de bactérias (STRALFORS, 1967; PAOLINO *et al.*, 1980; KASHKET *et al.* 1985), devido a capacidade de formar um complexo com proteínas, ricas em prolina, presentes na saliva (HAGERMAN e BUTLER, 1981), que estão envolvidas com a adsorção de bactérias à superfície, levando à formação de biofilmes. Essa junção permite a interferência com os receptores da superfície celular do micro-organismo envolvidos na adesão bacteriana (OTAKE *et al.*, 1991). O ácido tânico apresenta-se, também, como antimutagênico (CHEN e CHUNG, 2000), anticarcinogênico (NEPKA *et al.*, 1999), possui efeitos inibitórios sobre as enzimas do citocromo P450 (YAO *et al.*, 2008), além de atuar como agente antioxidante (CHOI *et al.*, 2006).

O objetivo desse estudo foi preparar filmes nanoestruturados entre os polímeros poli(acrilamida-co-dialildimetilamônio), PAADDA, e poliestirenosulfonato (PSS) e entre o poli(dialildimetilamônio), PDDA, e poliestirenosulfonato (PSS) pela técnica de *layer-by-layer*. Os filmes foram caracterizados por espectroscopia de absorção na região do UV-Vis, microscopia de força atômica (AFM) e medida de ângulo de contato. Além disso, a capacidade de adsorver o ácido tânico também foi investigada.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Os polímeros poliacrilamida-co-dialildimetilamônio, PAADDA, (10% m/v), com 55% de bloco acrilamida, poli(dialildimetilamônio), PDDA, e poli(estirenosulfonato) (PSS) foram adquiridos da Sigma-Aldrich. O ácido tânico (TA) foi adquirido da Sigma-Aldrich. O cloreto de sódio, ácido clorídrico e hidróxido de sódio foram adquiridos da Vetec. As lâminas de quartzo, com medidas de 35 x 25 x 1,6 mm, foram obtidas da Actquartzo. Todos os reagentes foram utilizados como recebido.

### 2.2 Métodos

#### *Preparo dos filmes pela técnica de layer-by-layer*

O crescimento dos filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS foi realizado sobre uma lâmina de quartzo (substrato), a temperatura ambiente. A lâmina de quartzo foi inicialmente imersa em solução aquosa de PAADDA ( $5\text{g.L}^{-1}$  em  $0,1\text{ mol.L}^{-1}$  de NaCl) por dois minutos. Em seguida, a lâmina foi retirada, lavada com água destilada e seca. Após esse procedimento, a lâmina foi imersa na solução do polieletrólito aniônico PSS ( $5\text{g.L}^{-1}$  em  $0,1\text{ mol.L}^{-1}$  de NaCl) e mantida em contato com a solução por mais dois minutos. O processo foi repetido até a obtenção de um total de sete bicamadas. O mesmo procedimento foi realizado para o crescimento do filme PDDA/PSS.

O crescimento dos filmes foi monitorado através da banda em 223 nm, por espectroscopia de absorção na região do UV-Vis utilizando um espectrofotômetro UV-Vis da Shimadzu (UV-2600).

#### *2.2.1 Microscopia de Força Atômica (AFM)*

A caracterização da superfície dos filmes foi realizada através de imagens obtidas por medidas de AFM, com a utilização do equipamento *Molecular Imaging Pico LE Microscope*. As imagens foram obtidas no modo de contato intermitente, a temperatura ambiente, através de uma frequência de ressonância do cantilever de 306 kHz. O processo de imagens e a determinação da rugosidade, “*roughness mean square*” (RMS), foram feitos utilizando o software PicoScan 5.3.2.

#### *2.2.2 Medidas de Ângulo de Contato*

As medidas dos ângulos de contato foram realizadas, antes e após o processo de adsorção de ácido tânico, através da utilização de uma montagem construída no laboratório, composta por uma lâmpada (fonte de luz), uma objetiva fotográfica e

uma câmera digital Sony. Para realizar a medida, uma gota de água com volume de 8  $\mu\text{L}$  foi depositada sobre a superfície dos filmes e posteriormente utilizada para a determinação do ângulo de contato. Os valores de ângulo de contato foram obtidos através do *software* Corel Draw.

### 2.2.3 Cinética de adsorção de ácido tânico sobre os filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS

A cinética de adsorção do ácido tânico sobre os filmes PAADDA/PSS e PDDA/PSS foi realizada mediante a imersão dos filmes em 30 mL de uma solução aquosa de ácido tânico na concentração de  $13 \mu\text{g}.\text{mL}^{-1}$  em  $\text{pH} = 6$ , a  $24^\circ\text{C}$ . A quantidade de tanino adsorvido em cada um dos filmes foi monitorada com o espectrofotômetro UV-Visível, em intervalos de cinco minutos, através do decaimento de sua banda de adsorção, no comprimento de onda de 274 nm.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização dos filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS

A Figura 2 mostra o crescimento dos filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS sobre a lâmina de quartzo. O monitoramento foi realizado através da banda em 223 nm do polímero PSS, que é atribuída à transição  $\pi-\pi^*$  do anel aromático do PSS. Como pode ser observado na Figura 2, os filmes foram confeccionados até um total de sete bicamadas, o que possibilita avaliar que com o aumento da absorvância, há um aumento de polieletrólitos depositados sobre o substrato.

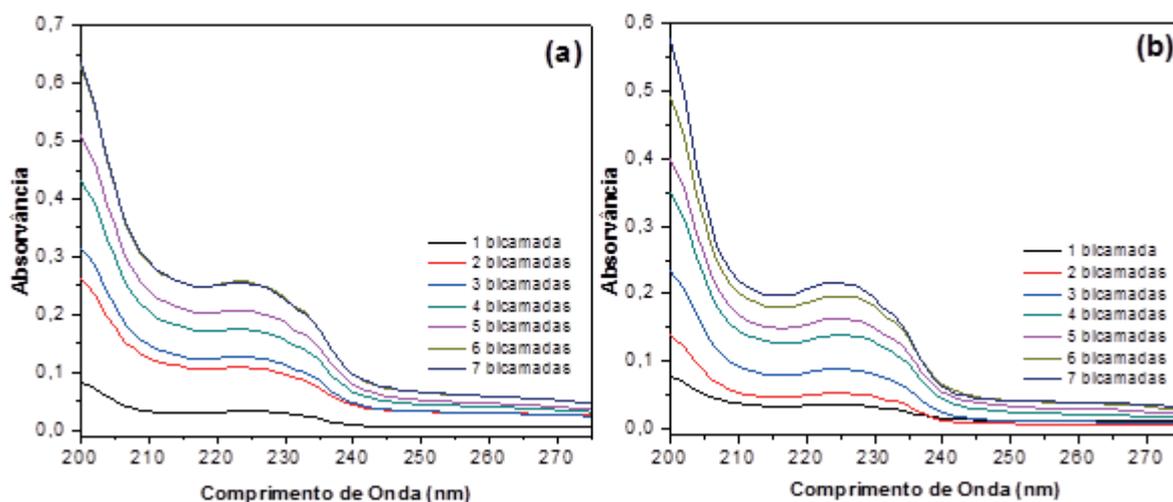


Figura 2. Crescimento dos filmes de (a) PAADDA/PSS e (b) PDDA/PSS sobre lâminas de quartzo em função do número de bicamadas.

A Figura 3 mostra o gráfico de absorvância em função do número de

bicamadas. O crescimento linear indica a uniformidade no crescimento dos filmes, sendo possível concluir que o filme PAADDA/PSS apresenta um crescimento mais acentuado quando comparado ao filme PDDA/PSS. Schoeler et al. (2004) observaram este comportamento ao preparar os filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS até 10 camadas (5 bicamadas). Esse comportamento foi explicado pela maior contribuição das interações de ligação de hidrogênio entre os blocos da acrilamida do copolímero PAADDA que favorecem a produção de filmes com maior quantidade de polieletrólitos no filme.

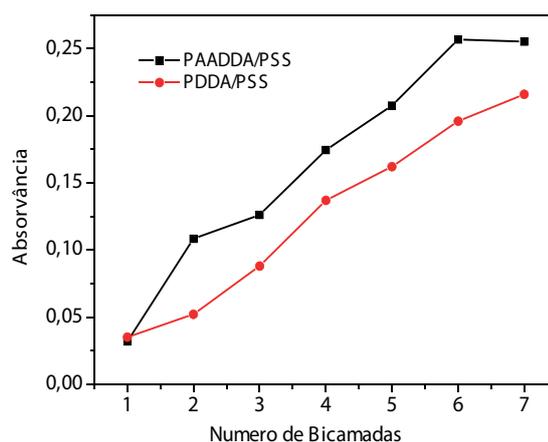


Figura 3. Gráfico de absorvância em função do número de bicamadas dos filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS.

A Figura 4 mostra as imagens de AFM para a 7 bicamada dos filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS.

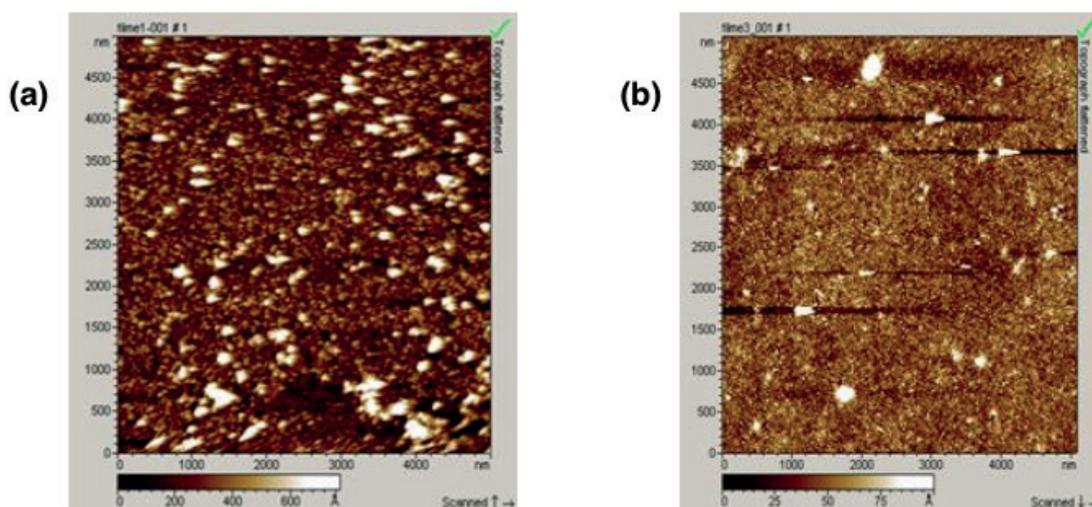


Figura 4. Imagens de AFM ( $5 \mu\text{m} \times 5 \mu\text{m}$ ) obtidas para os filmes de (a) PAADDA/PSS,  $Z= 70$  nm, (b) PDDA/PSS,  $Z= 10$  nm.

Como pode ser observado na Figura 4, a superfície do filme PAADDA/PSS apresenta uma maior quantidade de agregados poliméricos do que o filme de PDDA/PSS, indicando que o filme é mais rugoso. Os valores de RMS para os filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS são: 860 Å e 139 Å, respectivamente. Estes resultados indicam que o filme de PAADDA/PSS é mais rugoso que o PDDA/PSS.

Os valores de ângulo de contato ( $\theta$ ) encontrados para a sétima bicamada dos filmes PAADDA/PSS e PDDA/PSS, antes da adsorção do ácido tânico são 40,5° e 63,2°, respectivamente. Estes valores mostram que ambos os filmes são hidrofílicos, sendo que o filme de PAADDA/PSS apresenta uma maior hidrofiliabilidade. Esse resultado provavelmente está relacionado com a maior deposição de polímeros de PAADDA/PSS no filme (Figura 3), que contribuiu para melhor orientação dos grupos hidrofílicos na interface sólido-gás, apesar da rugosidade observada na sua superfície.

### 3.2 Cinética de adsorção do ácido tânico sobre os filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS

Após o crescimento dos filmes PAADDA/PSS e PDDA/PSS, foi realizada a cinética de adsorção de ácido tânico, sobre os substratos na concentração 13  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ , pH= 6 a 25°C. A Figura 5 mostra o gráfico de absorvância em função do tempo de adsorção do TA sobre os filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS.

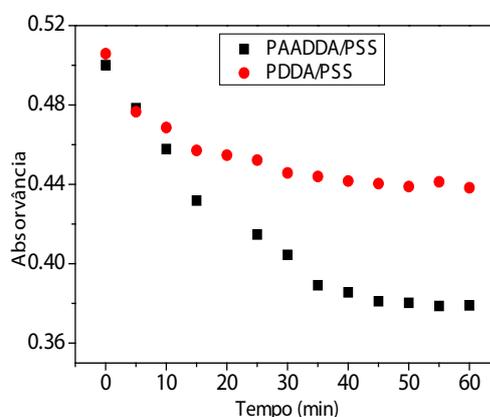


Figura 5. Cinética de adsorção do ácido tânico sobre os filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS em pH 6 a 25° C.

A Figura 5 mostra o decaimento da absorvância da solução do TA em função do tempo até alcançar o tempo máximo de adsorção, que foi aproximadamente de uma hora. Verifica-se também que a absorvância da solução do TA, no tempo máximo de adsorção, foi a menor para o filme de PAADDA/PSS do que para o PDDA/PSS, indicando que ocorreu uma maior adsorção no filme que contém o PAADDA. A maior adsorção no filme de PAADDA/PSS pode ser explicada pela presença do bloco acrilamida do PAADDA que favorece uma maior interação com o TA. O polímero

PDDA não possui esse bloco acrilamida.

Os ângulos de contato ( $\theta$ ) medidos após a adsorção do TA sobre os filmes de PAADDA/PSS e PDDA/PSS são:  $38^\circ$  e  $49^\circ$ , respectivamente. Comparando com os valores dos filmes de PAADDA/PSS ( $40,5^\circ$ ) e PDDA/PSS ( $63,2^\circ$ ), os valores de ( $\theta$ ) indicam que após a adsorção do ácido tânico, os filmes se tornaram mais hidrofílicos, possivelmente devido à orientação preferencial dos grupos hidrofílicos, como hidroxilas do TA, para a interface sólido-gás.

Os modelos cinéticos de adsorção de pseudo-primeira ordem, pseudo-segunda ordem e difusão intrapartícula foram aplicados aos dados experimentais de cinética de adsorção para o filme que teve a maior adsorção de TA, neste caso o filme de PAADDA/PSS. Inicialmente foi determinada a quantidade de ácido tânico adsorvida na área da lâmina de quartzo, denominada Q ( $\text{g.cm}^{-2}$ ).

A cinética de uma reação pode ser descrita pela equação de pseudo-primeira ordem, definida como (LAGERGREN, 1898):

$$\ln(q_e - q_t) = \ln(q_e) - k_1 t$$

onde  $q_e$  e  $q_t$  correspondem às quantidades de material no equilíbrio e a quantidade de material adsorvido no tempo  $t$ , e  $k_1$  corresponde a constante do processo de adsorção de pseudo-primeira ordem. Os valores obtidos podem ser plotados em um gráfico  $\ln(q_e - q_t)$  versus tempo, onde é esperado a obtenção de uma linha reta, caracterizando, dessa forma, uma reação de pseudo-primeira ordem.

A cinética de adsorção pode, ainda, ser descrita pela equação de pseudo-segunda ordem (HO e MCKAY, 1998):

$$t/q_t = 1/k_2 q_e^2 + t/q_e$$

onde  $q_e$  corresponde a quantidade de tanino adsorvida no equilíbrio e  $q_t$  a quantidade de tanino adsorvida em um tempo  $t$ . Assim como no gráfico de pseudo-primeira ordem, é esperada a obtenção de uma linha reta.

De acordo com Weber e Morris (WEBER e MORRIS, 1963), se a difusão intrapartícula é o fator determinante da velocidade, a remoção do adsorbato varia com a raiz quadrada do tempo. Assim, o coeficiente de difusão intrapartícula ( $k_{\text{dif}}$ ) pode ser definido pela equação:

$$q_t = k_{\text{dif}} t^{1/2} + C$$

onde  $q_t$  é a quantidade de tanino adsorvida ( $\text{mg.g}^{-1}$ ),  $t$  é o tempo de agitação (min) e  $C$  ( $\text{mg.g}^{-1}$ ) uma constante relacionada com a resistência a difusão. O valor de  $k_{\text{dif}}$  ( $\text{mg.g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1/2}$ ) pode ser obtido da inclinação da reta, e o valor de  $C$  da intersecção

da curva do gráfico  $qt$  versus  $t^{1/2}$ .

A Figura 6 mostra os gráficos com os dados experimentais ajustados aos modelos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem:

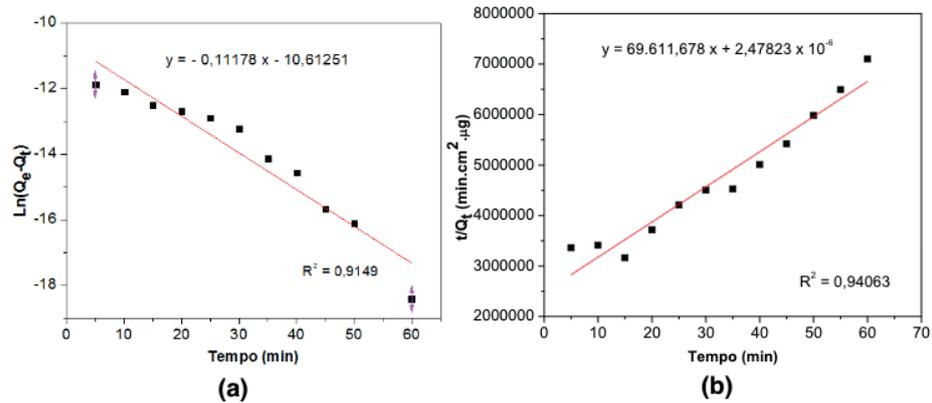


Figura 6. Modelos cinéticos para adsorção do ácido tânico sobre PAADDA/PSS a 25°C: (a) pseudo-primeira ordem e (b) pseudo-segunda ordem.

A Figura 6 mostra que o modelo cinético que apresentou o melhor coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para processo de adsorção do ácido tânico sobre os filmes de PAADDA/PSS foi o de pseudo-segunda ordem.

O mecanismo do processo de adsorção definitivo pode não ser obtido pelos modelos cinéticos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem e, portanto, o modelo da difusão intrapartícula pode ser utilizado. De acordo com Weber e Morris se a difusão intrapartícula é o fator determinante da velocidade, a remoção do adsorbato varia com a raiz quadrada do tempo. A Figura 7 mostra o gráfico de  $Q_t \times t^{1/2}$  para a cinética de adsorção do ácido tânico sobre o filme de PAADDA/PSS a 25°C.

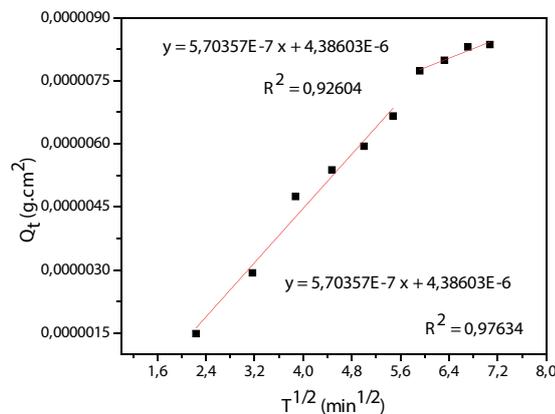


Figura 7. Modelo cinético de difusão intrapartícula para adsorção do ácido tânico sobre filme de PAADDA/PSS a 25° C.

A Figura 7 mostra que o processo de adsorção do ácido tânico ocorre em duas etapas. Além disso, o gráfico do modelo de difusão intrapartícula não passou pela

origem, indicando que o processo de adsorção apresenta mais do que uma etapa significativa no mecanismo de adsorção.

## 4 | CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que os filmes nanoestruturados de PAADDA/PSS e PDDA/PSS contendo sete bicamadas foram obtidos pela técnica de automontagem e caracterizados por espectroscopia UV-Vis, microscopia de força atômica (AFM) e medidas de ângulo de contato. Devido a presença do bloco acrilamida, os polímeros PAADDA e PSS tiveram uma maior adsorção de polieletrólitos sobre o quartzo. Além disso, o filme de PAADDA/PSS foi mais hidrofílico e mais rugoso que o filme de PDDA/PSS.

A adsorção do TA seguiu a ordem PAADDA/PSS > PDDA/PSS, indicando que a presença do bloco acrilamida contribui fortemente no processo de adsorção do TA. Considerando as propriedades farmacológicas do TA, os filmes produzidos neste trabalho podem ser materiais promissores para a liberação controlada de TA.

## REFERÊNCIAS

AN., J. H., DULTZ, S. **Adsorption of tannic acid on chitosan-montmorillonite as a function of pH and surface charge properties** Applied Clay Science, v. 36, p. 256-264, 2007.

CHEN, S.C.; CHUNG, K.T. **Mutagenicity and antimutagenicity studies of tannic acid and its related compounds.** Food and Chemical Toxicology. v. 38, n. 1, p. 1-5, 2000.

CHOI, J.M.; HAN, J.; YOON, B.S. **Antioxidant properties of tannic acid and its inhibitory effects on paraquat-induced oxidative stress in mice.** Food Science and Biotechnology, v. 15, n. 5, p. 728-734, 2006.

DECHER, G.; HONG, J.D.; SCHIMITT, J. **Buildup of ultrathin multilayer films by a self-assembly process: III. Consecutively alternating adsorption of anionic and cationic polyelectrolytes on charged surfaces.** Thin Solid Films Journal, v.210-211, p.831-835, 1992.

DECHER, G. **Fuzzy nanoassemblies: toward layered polymeric multicomposites.** Science, v.277, n.5330, p.1232-1237, 1997.

DOTZAUER, D. M.; DAI, J.; SUN, L.; BRUENING, M.L. **Catalytic membranes prepared using layer-by-layer adsorption of polyelectrolyte/metal, nanoparticle filmes in porous supports.** Nano Letters, v.6, n. 10, p. 2268- 2272, 2006.

FOLLMANN, H, D.M.; MRTIN, A.F.; GEROL, A.P.; BURGOT, A.; NAKAMURA, C.V.; RUBIRA, A.F.; MUNIZ, E.C. **Anti adhesive and bacterial multilayer films via layer-by-layer assembly of TMC/heparina complexes.** Biomacromolecules, v. 13, n.11, p. 3711- 3722, 2012.

GALI, H.U.; PERCHELLET, E.M.; KLISH, D.S.; JOHNSON, J.M.; PERCHELLET, J.P. **Hidrolyzable tannins: potente inhibitors of hydroperoxide production and tumor promotion in mouse skin treated with 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate in vivo.** International Journal of Cancer, v.51, p.425-432, 1992.

- HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. **The specificity of proanthocyanidin-protein interactions.** The Journal of Biological Chemistry, v.256, p. 4494-4497, 1981.
- HO, O. K. H.; KIM, J.I.S.; BURROUGHES, J.H.; BECKER, H.; LI, S.F.Y.; BROWNE, M.; CACIALLI, F.; FRIEND, R.H. **Molecular scale interface engineering for polymer light-emitting diodes.** Nature, v. 404, p. 481-484, 2000.
- HO YS, McKay G, (1998) **Sorption of dye from aqueous solution by peat.** Chemical Engineering Journal, 70(2):115-124
- KASHKET, S.; PAOLINO, V.J.; LEWIS, D.A.; VANHOUTE, J. **In vitro inhibition of glucosyltransferase from the dental plaque bacterium *Streptococcus mutans* by common beverages and food extracts.** Archives Oral Biology, v.30, n.11, p. 821-826, 1985.
- KUO, M.L.; LEE, K.C.; LIN, J.K. **Genotoxicities of nitropyrene and their modulation by apigenin, tannic acid, ellagic acid and indole-3-carbinol in the *Salmonella* and CHO systems.** Mutation Research, v.270, p.87-95, 1992.
- LAGERGREN, S. **Zur theorie der sogenannten adsorption gelöster stoffe, Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens.** Handlingar, v. 24, p. 1-39, 1898.
- MICHEL, M.; TAYLOR, A.; SEKOL, R.; PODSIADLO, P.; HO, P.; KOTOV, N.; THOMPSON, L.; **High-Performance Nanostructured Membrane Electrode Assembly for Full Cells Made by Layer-by-Layer Assembly of Carbon Nanocolloids.** Advanced Materials, v.19, n. 22, p. 3859-3864, 2007.
- NEPKA, C.; SIVRIDIS, E.; ANTONOGLU, O.; KORTSARIS, A.; GEORGELLIS, A.; TAITZOGLU, I.; HYTIROGLOU, P.; PAPADIMITROU, P.; ZINTZARAS, I.; KOURETAS, D. **Chemopreventive activity of very low dose dietary tannic acid administration in hepatoma bearing C3H male mice.** Cancer Letters. v. 141, p. 57-62, 1999.
- OTAKE, S.; MAKIMURA, M.; KUROKI, T.; NISHIHARA, Y.; HIRASAWA, M. **Anticaries effects of polyphenolic compounds from Japanese green tea.** Caries Research, v. 25, p. 438-443, 1991.
- PAOLINO, V.J.; KASHKET, S.; SPARAGNA, C.A. **Inhibition of dextran synthesis by tannic acid.** Journal of Dental Research, v.59, n.1, p.389, 1980.
- RIETH, M. **Nano-engineering in Science and Technology: an Introduction to the World of Nanodesign,** Series on the Foundations of Natural Science and Technology, v. 6, World Scientific, New Jersey, 2003.
- SCHOELER, B.; SHARPE, S.; HATTON, A.; CARUSO, F. **Polyelectrolyte multilayer films of different charge density copolymers with synergistic nonelectrostatic interactions prepared by the layer-by-layer technique.** Langmuir, v. 20, p. 2730-2738, 2004.
- SILVA, E. Z.; **Nanociência: a Próxima Grande Idéia?**, Revista USP, n. 76, p. 78-87, São Paulo, 2008.
- STRAFORS, A. **Effect on hamster caries by purine derivatives vanillin and some tannin-containing materials.** Archives Oral Biology, v.12, p.321-332, 1967.
- WEBER, W.J.; MORRIS, J.C. **Kinetics of adsorption carbon from solutions.** Journal Sanitary Engineering Division Proceedings.American Society of Civil Engineers, v.89, p.31-60, 1963.
- YAO, H.; CHANG, Y.; LAN, S.; YEH, T. **The Inhibitory effect of tannic acid on cytochrome P450 enzymes and NADPH-CYP reductase in rat and human liver microsomes.** Food and Chemical Toxicology. v. 46, p. 645-653, 2008.

ZENGIN, A.C.A.; COLAK, S.M.; ZENGIN, G.; KILIC, E. **Eco friendly soaking process using tannic acid as an alternative bactericide**. Archives of Environmental Protection, v.4, p.3-12, 2014.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CLEBERTON CORREIA SANTOS-** Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber\_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acidentes 109, 310, 311, 312, 313, 314

Aminas primárias 81, 84, 85

Atividade antioxidante 144, 146, 151, 152, 153, 155, 156

### B

Bioimpressão 193, 194, 195, 196, 199

### C

Castanhola 74, 75, 79

Compostos multifuncionais 64, 67

Compressores Herméticos 34, 35, 36, 39, 40

Construção Civil 102, 105, 112, 113, 157, 179, 363

CPTEC 205, 206, 207, 208, 217

### E

Equações lineares 45, 233, 236, 237, 238, 239, 240, 353

Estrutura axiomática 183, 186, 189

### F

Fonte de fissão 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49

### G

Geoprocessamento 1, 2

### H

Hemocentro 317, 322, 323, 324, 326

Hibridização 64, 65, 67, 68, 69, 71

### L

Lesson Study 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225

Leveduras 8

### M

Mapeamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 181, 280

Mecânicas de eritrócitos 226

Multi-objetivo 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 287

Mutagênese 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18

## **P**

PHB/PC 253, 254, 257, 261, 262, 264

Protocolos de redes 52

## **R**

Redes neurais 349, 350, 351, 354, 356, 358, 359, 360, 361, 362

Risco de inundação 1, 3, 4, 5, 6, 7

## **S**

Smart Grids 51, 52, 53, 61

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-622-5

