



# MEIO AMBIENTE, SUSTENTABILIDADE E AGROECOLOGIA 6

Tayronne de Almeida Rodrigues  
João Leandro Neto  
Dennyura Oliveira Galvão  
(Organizadores)

**Tayronne de Almeida Rodrigues**  
**João Leandro Neto**  
**Dennyura Oliveira Galvão**  
(Organizadores)

# **Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia 6**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

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

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

M514 Meio ambiente, sustentabilidade e agroecologia 6 [recurso eletrônico]  
/ Organizadores Tayronne de Almeida Rodrigues, João Leandro Neto, Dennyura Oliveira Galvão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia; v. 6)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-334-7

DOI 10.22533/at.ed.347191604

1. Agroecologia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Rodrigues, Tayronne de Almeida. II. Leandro Neto, João. III. Galvão, Dennyura Oliveira. IV. Série.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

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

## APRESENTAÇÃO

A obra Meio Ambiente, Sustentabilidade e Agroecologia vem tratar de um conjunto de atitudes, de ideias que são viáveis para a sociedade, em busca da preservação dos recursos naturais.

Em sua origem a espécie humana era nômade, e vivia integrada a natureza, sobreviviam da caça e da colheita. Ao perceber o esgotamento de recursos na região onde habitavam, migravam para outra área, permitindo que houvesse uma reposição natural do que foi destruído. Com a chegada da agricultura o ser humano desenvolveu métodos de irrigação, além da domesticação de animais e também descobriu que a natureza oferecia elementos extraídos e trabalhados que podiam ser transformados em diversos utensílios. As pequenas tribos cresceram, formando cidades, reinos e até mesmo impérios e a intervenção do homem embora pareça benéfica, passou a alterar cada vez mais negativamente o meio ambiente.

No século com XIX as máquinas a vapor movidas a carvão mineral, a Revolução Industrial mudaria para sempre a sociedade humana. A produção em grande volume dos itens de consumo começou a gerar demandas e com isso a extração de recursos naturais foi intensificada. Até a agricultura que antes era destinada a subsistência passou a ter larga escala, com cultivos para a venda em diversos mercados do mundo. Atualmente esse modelo de consumo, produção, extração desenfreada ameaça não apenas a natureza, mas sua própria existência. Percebe-se o esgotamento de recursos essenciais para as diversas atividades humanas e a extinção de animais que antes eram abundantes no planeta. Por estes motivos é necessário que o ser humano adote uma postura mais sustentável.

A ONU desenvolveu o conceito de sustentabilidade como desenvolvimento que responde as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das gerações futuras de satisfazer seus próprios anseios. A sustentabilidade possui quatro vertentes principais: ambiental, econômica, social e cultural, que trata do uso consciente dos recursos naturais, bem como planejamento para sua reposição, bem como no reaproveitamento de matérias primas, no desenvolvimento de métodos mais baratos, na integração de todos os indivíduos na sociedade, proporcionando as condições necessárias para que exerçam sua cidadania e a integração do desenvolvimento tecnológico social, perpetuando dessa maneira as heranças culturais de cada povo. Para que isso ocorra as entidades e governos precisam estar juntos, seja utilizando transportes alternativos, reciclando, incentivando a permacultura, o consumo de alimentos orgânicos ou fomentando o uso de energias renováveis.

No âmbito da Agroecologia apresentam-se conceitos e metodologias para estudar os agroecossistemas, cujo objetivo é permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maior sustentabilidade, como bem tratam os autores desta obra. A agroecologia está preocupada com o equilíbrio da natureza e a produção de alimentos sustentáveis, como também é um organismo vivo com sistemas integrados

entre si: solo, árvores, plantas cultivadas e animais.

Ao publicar esta obra a Atena Editora, mostra seu ato de responsabilidade com o planeta quando incentiva estudos nessa área, com a finalidade das sociedades sustentáveis adotarem a preocupação com o futuro.

Tenham uma excelente leitura!

Tayronne de Almeida Rodrigues

João Leandro Neto

Dennyura Oliveira Galvão

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
UM ESTUDO SOBRE OS ESPAÇOS PÚBLICOS E SUAS IMPLICAÇÕES NA CIDADE DE TERESINA/PI	
Emanuelle de Aragão Arrais Ana Virgínia Alvarenga Andrade Ana Cristina Claudino de Melo Ana Paula Claudino Melo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3471916041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
RELAÇÃO ENTRE AVIFAUNA E PLANTAS FRUTÍFERAS EM PARQUES LINEARES URBANOS	
Carlos Humberto Biagolini Roberto Wagner Lourenço	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3471916042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
ANÁLISE DA VIABILIDADE DE LOCALIZAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA DO PARÁ - PA DE ACORDO COM AS NORMAS TÉCNICAS VIGENTES COM AUXÍLIO DA FERRAMENTA SIG	
Ana Larissa Pinto da Silva Ana Beatriz Neves da Silva João Francisco Costa Carneiro Junior Jamer Andrade da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3471916043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
AVALIAÇÃO DO EFEITO DO REPROCESSAMENTO NAS PROPRIEDADES TÉRMICAS DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD) VERDE POR CALORIMETRIA EXPLORATÓRIA DIFERENCIAL (DSC)	
Amanda Vecila Cheffer de Araujo Lisete Cristine Scienza Alessandro Luiz Alves Soares Vinícius Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3471916044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL PRODUZIDO COM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL	
Leticia Martelo Pagoto Simone Cristina Caldato da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3471916045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>64</b>
EMPREGO DE TRATAMENTOS QUÍMICOS E FÍSICOS PARA A UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO GERADO EM USINAS TERMELÉTRICAS	
Augusto César Cavalcanti Gomes Andréa de Vasconcelos Ferraz Lucimar Pacheco Gomes da Rocha	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3471916046</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>73</b>
<b>ENERGIAS ALTERNATIVAS EM EMPREENDIMENTOS COMERCIAIS – EXPERIÊNCIA EM ESTABELECIMENTO NO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL/RS</b>	
Beatriz Stoll Moraes	
Victor Paulo Klöeckner Pires	
Lenilda Alves Oliveira	
Nilcilene de Acis Oliveira	
Viviane da Silva Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3471916047</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>80</b>
<b>MENSURAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DAS OLARIAS DA REGIÃO DO SERIDÓ/RN</b>	
Luziana Maria Nunes de Queiroz	
Priscilla Pimentel Diógenes Góis de Araújo	
Juliana da Costa Maia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3471916048</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>93</b>
<b>MERCADOS INSTITUCIONAIS E A PROMOÇÃO DA AGRICULTURA QUILOMBOLA AGROECOLÓGICA</b>	
Cristiane Coradin	
Naziel de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3471916049</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>103</b>
<b>OS PARQUES URBANOS COMO ESPAÇOS DE BEM-ESTAR E QUALIDADE DE VIDA NA ATUALIDADE. UMA BREVE ANÁLISE NA CIDADE DE MAUÁ-SP</b>	
Marcela Hiluany	
Leonice Domingos dos Santos Cintra Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160410</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>113</b>
<b>PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE MIRASSOL D'OESTE – MT</b>	
Cláudia Lúcia Pinto	
Valcir Rogério Pinto	
Carolina dos Santos	
Elaine Maria Loureiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160411</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>123</b>
<b>PERCEPÇÃO AMBIENTAL DO COMPLEXO DE COMÉRCIOS, TROCA-TROCA E SHOPPING DA CIDADE, SOBRE A DEGRADAÇÃO DO RIO PARNAÍBA EM TERESINA-PI</b>	
Francisco das Chagas Paiva Silva	
Francielly Lopes da Silva	
Diene Nascimento de Sousa	
Bruna de Freitas Iwata	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160412</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>132</b>
ESTUDO DE CASO DA LOGÍSTICA REVERSA NO MUNICÍPIO DE QUINZE DE NOVEMBRO, RIO GRANDE DO SUL	
Caroline Trombetta	
Alexandre Couto Rodrigues	
Clovis Orlando Da Ros	
Rodrigo Ferreira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>147</b>
ESTRUTURA FÍSICA E ORGANIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE VACINAÇÃO NO MARANHÃO, BRASIL	
Rejane Christine de Sousa Queiroz	
Amanda Valeria Damasceno dos Santos	
Laine Cortês Albuquerque Castro	
Ricardo Sousa Almeida	
Francelena de Sousa Silva	
Aline Sampieri Tonello	
Erika Bárbara Abreu Fonseca Thomaz	
Maria dos Remédios Freitas Carvalho Branco	
Luiz Augusto Facchini	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>159</b>
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ANÁLISE DA COLETA SELETIVA NOS PONTOS DE ENTREGA VOLUNTÁRIA EM TERESINA, PIAUÍ	
Jéssica Aline Cardoso Gomes	
Francielly Lopes da Silva	
Francisco das Chagas Paiva Silva	
Diene Nascimento de Sousa	
Míriam Araújo de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>172</b>
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DA QUEIMA DO RESÍDUO DOMICILIAR	
Priscila Bolcchi	
Franciele Silva Martins dos Anjos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>182</b>
PROCESSO DE FORMALIZAÇÃO DA CACHAÇA DE ALAMBIQUE NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Raquel Nakazato Pinotti	
Adriana Renata Verdi	
Elisangela Marques Jeronimo	
Celina Maria Henrique	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160417</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>196</b>
REFUGIO DE VIDA SILVESTRE LAQUIPAMPA: VALORIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PLANES DE INTERVENCIÓN	
Licela Judith Paredes Tafur	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>203</b>
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE INDICES DE GOVERNANÇA ELETRÔNICA NA GESTÃO DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL LEGISLATIVO E EXECUTIVO DE PORTO VELHO CAPITAL DO ESTADO DE RONDÔNIA	
João Marcos Machado de França	
Mariluce Paes de Souza	
Theóphilo Alves de Souza Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>222</b>
ASSISTÊNCIA DE ENFERMAGEM NO TRATAMENTO DE PACIENTES COM DIAGNÓSTICO DE HANSENÍASE DE UMA UNIDADE DE SAÚDE DE SÃO LUIS – MA	
Kassya Rosete Silva Leitão	
Maria de Fátima Lires Paiva	
Maria Iêda Gomes Vanderlei	
Ortêncyra Moraes Silva	
Thalita Dutra de Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>229</b>
CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DE SOLOS ATRAVÉS DE CROMATOGRÁFIA DE PFEIFFER EM AGROECOSSISTEMAS	
David Marx Antunes de Melo	
Eduarda Fernandes dos Reis	
Thiago do Nascimento Coaracy	
Alex da Silva Barbosa	
Alexandre Eduardo de Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>235</b>
DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DOS CASOS DE INTOXICAÇÃO EXÓGENA NO ESTADO DO MARANHÃO	
Ana Emília F. Castelo Branco	
Fabrício B. Silva	
Jessflan Rafael N. Santos	
Tatiana de Sousa S. Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>239</b>
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – ESTUDO DE CASO	
Evandro Roberto Tagliaferro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160423</b>	

<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>254</b>
IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DA CERTIFICAÇÃO ORGÂNICA POR CONTROLE SOCIAL NA AGRICULTURA FAMILIAR DE ALAGOAS	
Rafael Navas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>264</b>
INCORPORAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZIRCÔNIO EM ACETATO DE CELULOSE PARA A VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS	
Eupídio Scopel Carla da Silva Meireles Cleocir José Dalmaschio	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>277</b>
INFLUÊNCIA DO TIPO DE EMBALAGEM NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ALFACE E ALMEIRÃO, DURANTE A COMERCIALIZAÇÃO	
Mariana Araújo de Sena Arlete da Silva Bandeira Maria Caroline Aguiar Amaral Sávio de Oliveira Ribeiro Manoel Nelson de Castro Filho Caroline Boaventura Nascimento Penha Romana Mascarenhas Andrade Gugé	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>283</b>
PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS: APONTAMENTOS SOBRE O ICMS ECOLÓGICO COMO INSTRUMENTO DE FOMENTO A POLÍTICAS PÚBLICAS AMBIENTAIS NO BRASIL	
Fernando Martinez Hungaro Edilene Mayumi Murashita Takenaka	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>296</b>
PERFIL DE USO DE AGROTÓXICOS NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO – ALAGOAS	
Helane Carine de Araújo Oliveira Aldenir Feitosa dos Santos João Gomes da Costa Jessé Marques da Silva Júnior Pavão	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160428</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>303</b>
PREPARO DE CANDIDATO A MATERIAL DE REFERÊNCIA PARA METAIS E SEMIMETAIS EM ÁGUAS: TESTES PRELIMINARES	
Luciana Juncioni de Arauz Marcia Liane Buzzo Maria de Fátima Henriques Carvalho Lidiane Raquel Verola Mataveli Paulo Tiglea	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160429</b>	

<b>CAPÍTULO 30 .....</b>	<b>312</b>
REFLEXÃO SOBRE O PROJETO DE UMA USINA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE BENTO GONÇALVES - RS	
<a href="#">Maria Soares de Lima</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.34719160430</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>316</b>

## INCORPORAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE ZIRCÔNIO EM ACETATO DE CELULOSE PARA A VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

### **Eupídio Scopel**

Departamento de Físico-Química, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)  
Campinas – São Paulo

### **Carla da Silva Meireles**

Departamento de Ciências Naturais, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)  
São Mateus – Espírito Santo

### **Cleocir José Dalmaschio**

Departamento de Química, Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)  
Vitória – Espírito Santo

das membranas, nanopartículas de óxido de zircônio foram adicionadas e as propriedades de permeabilidade ao vapor d'água foram avaliadas para verificar a influência da adição dessa carga inorgânica ao polímero. Com a adição das nanopartículas de zircônia houve uma redução da permeabilidade, indicando uma compatibilização entre a fase inorgânica e a fase polimérica. Assim, essa combinação possui potencialidade para aplicações em processos de separação utilizados na indústria alimentícia, farmacêutica e de tratamento de água e efluentes, por exemplo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Acetato de celulose; Fibra de coco; Biomassa lignocelulósica; Membranas; Óxido de zircônio.

**ABSTRACT:** The preparation of polymeric nanocomposites by incorporation of metallic oxide nanoparticles is an alternative in the valorization of agroindustrials residues, such as coconut fibers. Cellulose acetate, that can be obtained from cellulose acetylation after the lignocellulosic biomass purification, can be prepared as membranes to separation processes, which is an industrial and sustainable demands. So, in this work, coconut fibers were used as cellulose source to cellulose acetate synthesis and to produce polymeric membranes. To improve the selectivity properties, nanoparticles of zirconium oxide were added,

**RESUMO:** A preparação de nanocompósitos poliméricos pela incorporação de nanopartículas de óxidos metálicos é uma alternativa para a valorização de resíduos agroindustriais, como a fibra da casca de coco. O acetato de celulose, produzido pela acetilação da celulose extraída da biomassa lignocelulósica, pode ser processado na forma de membranas para processos de separação, o que é uma demanda industrial e sustentável. Assim, neste trabalho, fibras da casca de coco foram utilizadas como fonte de celulose para a síntese de acetato de celulose e para a produção de membranas poliméricas. A fim de melhorar as propriedades de seletividade

and the properties of water vapor permeability were evaluated to study the influence of the inorganic addition in the polymer. Due the addition of zirconia, the permeability was reduced, which indicates a compatibilization between the inorganic and the polymeric phases. Thus, this combination has potential to be used in separation process in the food and pharmaceutical industries and in water treatment and effluent processes.

**KEYWORDS:** Cellulose acetate; Coconut fiber; Lignocellulosic biomass; Membranes; Zirconium oxide.

## 1 | INTRODUÇÃO

Na produção agroindustrial, diversos resíduos são gerados durante o beneficiamento, especialmente em culturas alimentícias. É o caso de cascas, caroços e bagaços, provenientes do processamento do arroz, da cana-de-açúcar, do coco, dentre outros. Por exemplo, no processamento do coco, tanto na utilização da água como da polpa, as fibras são muitas vezes descartadas inadequadamente ou subutilizadas, sendo queimadas ou destinadas à alimentação bovina. No entanto, tais resíduos são ricos substratos para a produção de materiais, combustíveis e outros produtos químicos, devido à sua composição química, que é majoritariamente celulose, hemicelulose e lignina. Por isso, tais materiais são chamados de resíduos lignocelulósicos. Essa denominação pode ser ainda mais abrangente quando são incluídas gramíneas de rápido crescimento e outras plantas com composição similar. Todos esses materiais recebem a denominação de “biomassa lignocelulósica”, ou simplesmente “biomassa”.

A celulose é um dos polímeros mais importantes, sendo o principal constituinte das plantas. Possui uma estrutura linear, composta por unidades de glicose unidas através de ligações glicosídicas do tipo  $\beta$  (1,4). As ligações de hidrogênio são responsáveis pelas propriedades físicas e químicas características (HIMMEL et al., 2007). A hemicelulose, o segundo biopolímero mais abundante, é uma mistura de polissacarídeos de baixa massa molecular (cerca de 100 vezes menor que da celulose). Possui ramificações, é facilmente hidrolisada por ácidos diluídos e é solúvel em soluções alcalinas (SPIRIDON; POPA, 2008). A lignina, por sua vez, é uma macromolécula formada por grupos aromáticos. Possui a função estrutural de rigidez à parede celular, o que cria estruturas resistentes ao impacto, à compressão e à dobra (RAGAUSKAS et al., 2014).

Por ser a fração mais abundante da biomassa (cerca de 30 a 50%), a celulose é o mais estudado para aplicações tecnológicas dentre esses componentes. Atualmente, muitos esforços estão voltados para a produção de combustíveis a partir da celulose, como é o caso do etanol de segunda geração (ou etanol celulósico), obtido por meio da hidrólise da celulose a açúcares que possam ser posteriormente fermentados a etanol (REZENDE et al., 2011) Além disso, devido a seu caráter semicristalino, a celulose pode

ser utilizada também na produção de nanoestruturas, como é o caso de nanocristais e nanofibrilas de celulose, que são utilizadas como reforço polimérico, coatings, dentre outras aplicações em materiais (CAMARGOS; FIGUEIREDO; PEREIRA, 2017; NASCIMENTO; REZENDE, 2018; SIQUEIRA; BRAS; DUFRESNE, 2010). Por fim, a produção de derivados celulósicos merece destaque, devido à possibilidade de modificação das propriedades da celulose, como a solubilidade, por meio de reações químicas ampliando assim seu campo de aplicação (CANDIDO et al., 2017; RIBEIRO et al., 2014; MEIRELES et al., 2010; RODRIGUES FILHO et al., 2008).

O acetato de celulose, um desses possíveis derivados, possui aplicações em fibras, plásticos, adesivos e em membranas para processos de separação (JALAJERDI et al., 2012). Ele é sintetizado por meio da esterificação de grupos hidroxila das unidades de glicose em grupos acetato em graus que podem variar de 0 unidades substituídas (celulose) a 3 unidades (triacetato de celulose). A fórmula estrutural do monômero do triacetato de celulose está representada na Figura 1.

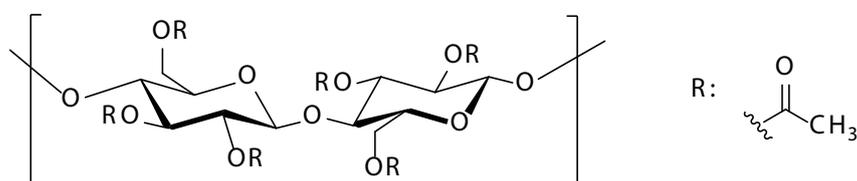


Figura 1 – Fórmula estrutural do monômero do triacetato de celulose

A reação de acetilação, por meio da qual o acetato de celulose é obtido, geralmente utiliza o anidrido acético como agente acetilante na presença de um catalisador ácido, sendo o ácido sulfúrico comumente utilizado. O solvente da reação é o ácido acético, de modo que à medida que o acetato de celulose é sintetizado, ele é solubilizado no meio reacional.

Dentre as aplicações do acetato de celulose, a produção de membranas para processos de separação merece destaque: elas podem ser utilizadas em osmose inversa, hemodiálise e liberação controlada de drogas, além de processos de purificação de água e efluentes. Membranas são barreiras que restringem total ou parcialmente o transporte de gases ou solutos em soluções, que podem ser preparadas com materiais inorgânicos ou poliméricos das mais diversas composições (HABERT; BORGES; NOBREGA, 2006).

As membranas podem ser classificadas como densas ou porosas, devido às características da superfície. A seletividade das membranas porosas se baseia no tamanho dos poros: os componentes maiores que o tamanho do poro da membrana ficam retidos, enquanto que as menores passam pela membrana. Já para as membranas densas, a seletividade depende da afinidade do material a ser separado com a membrana, uma vez que o processo ocorre por processos de difusão (HABERT; BORGES; NOBREGA, 2006).

A utilização de membranas possui vantagem frente a processos de evaporação

e destilação pela maior facilidade de operação e baixa energia utilizada (YANG; MA; TANG, 2018), sendo utilizadas na indústria química, na área médica, na indústria alimentícia e em tratamento de água.

O termo nanocompósito foi introduzido por Roy na década de 80, designando materiais compósitos em que pelo menos uma das fases está em escala nanométrica. Os materiais em escala nanométrica possuem propriedades diferenciadas devido, dentre outros motivos, à alta área superficial por volume que apresentam, o que altera a reatividade e conseqüentemente as propriedades. Assim, mesmo em pequenas quantidades, a presença de partículas pode melhorar as propriedades mecânicas, térmicas e físico-químicas quando são adicionadas a polímeros, por exemplo.

A incorporação de uma fase inorgânica a um polímero puro para melhorar as propriedades ou reduzir custos passou a ser um procedimento amplamente utilizado na indústria (ARANTES, 2012). Os nanocompósitos passaram a ser uma alternativa aos compósitos convencionais devido a inúmeros fatores, dos quais destaca-se a alta qualidade dos materiais obtidos e as propriedades diferenciadas obtidas pela incorporação de materiais nanométricos, como maior leveza e resistência mecânica (NAM et al., 2001).

Para nanocompósitos inorgânico-orgânicos são de grande importância, devido às propriedades obtidas pela sinergia entre as propriedades dos componentes (KICKELBICK, 2015). De modo geral, a processabilidade e a densidade do polímero continua a mesma no nanocompósito, devido à baixa carga adicionada, diferentemente dos compósitos tradicionais, nos quais são necessários muitos reforços para alcançar as propriedades desejadas, o que pode gerar alguma desvantagem (aumento da densidade, perda da tenacidade, redução da processabilidade, etc.) (ARANTES, 2012). Essa melhoria “especial” dos nanocompósitos é devido à alta área superficial das nanopartículas, ocorrendo uma grande área de contato entre o polímero e a fase inorgânica, o que melhora a compatibilidade entre as fases (ALEXANDRE; DUBOIS, 2000).

Os métodos de preparação dos nanocompósitos são muito importantes na determinação das propriedades do material. Geralmente, é difícil o controle da dispersão ou do tamanho das partículas na maioria dos métodos utilizados. As estratégias de síntese mais utilizadas estão apresentadas na Tabela 1.

<b>Método de preparação</b>	<b>Forma dos reagentes</b>
Síntese de nanopartículas <i>in situ</i>	Polímero + precursores das nanopartículas
Polimerização <i>in situ</i>	Nanopartículas + Monômeros do polímero
Simplex mistura	Nanopartículas + Polímero

Tabela 1 – Métodos de preparação de nanocompósitos poliméricos

O método da síntese de nanopartículas *in situ* requer métodos sofisticados e uma alta compatibilidade entre a nanopartícula sintetizada e o polímero; do contrário,

não haverá interação entre as duas fases do nanocompósito. Tomando como exemplo a síntese de nanocompósitos que tenham nanopartículas de magnetita como fase nanométrica, a matriz polimérica deveria ser posta em contato com íons  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$ , que se incorporam ao polímero por interações eletrostáticas. Com a adição de alguma base, como NaOH, partículas são obtidas na superfície do polímero. No entanto, tais partículas são irregulares e o tamanho final possui forte dependência com o tamanho do poro, não sendo possível haver um controle refinado dessa propriedade (LIU; LUO; ZHOU, 2013).

A polimerização *in situ* mostra controle rigoroso das propriedades físico-químicas do material e uma distribuição mais uniforme das nanopartículas, que devem receber um tratamento superficial prévio (BOURGEAT-LAMI; LANG, 1998). A desvantagem deste método é a necessidade de um total conhecimento das condições e do mecanismo de polimerização, além de uma criteriosa seleção dos monômeros (ARANTES, 2012).

Embora o método da simples mistura, como o nome diz, seja o mais simples, é um método pelo qual é possível um controle refinado das propriedades da nanopartícula e do polímero. O maior problema é a necessidade de compatibilização das fases, que pode ser solucionado mantendo ambos em forma líquida: como emulsões ou soluções coloidais (HWANG; WEI; WU, 2004).

Isso pode ser solucionado utilizando rotas para a síntese em que haja uma funcionalização da superfície das nanopartículas. É o caso da rota solvotérmica, por exemplo, em que, ao término da síntese, as partículas ficam funcionalizadas, devido à utilização de um solvente orgânico que age como surfactante. Essa rota alcançou bons resultados para a síntese de óxido de zircônio (DALMASCHIO et al., 2013), magnetita (SCOPEL et al., 2019) e óxido de titânio (DALMASCHIO; LEITE, 2012), por exemplo. Isso pode agregar valor aos resíduos agroindustriais, uma vez que as nanopartículas são sintetizadas utilizando reagentes pouco tóxicos e também apresentam baixa toxicidade ao ambiente.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi a preparação de nanocompósitos poliméricos na forma de membranas, utilizando como matriz polimérica o acetato de celulose sintetizados a partir de fibras de coco e utilizando nanopartículas de óxido de zircônio sintetizadas por rota solvotérmica. O método utilizado foi o de simples mistura para avaliar a compatibilização entre as fases.

## 2 | PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### 2.1 Síntese Do Acetato De Celulose A Partir Da Fibra De Coco

O procedimento para a síntese do acetato de celulose baseou-se no método otimizado por (CERQUEIRA; FILHO; MEIRELES, 2007) para a cana-de-açúcar, com algumas alterações. As fibras da casca de coco foram moídas em moinho de facas

até passarem por uma peneira de 20 mesh. Posteriormente, 20 g desta fibra foram adicionadas a um balão de fundo redondo para a realização da deslignificação em duas etapas: na primeira etapa, adicionou-se 500 mL de H<sub>2</sub>O destilada e o balão foi mantido sob sistema de refluxo por 1 hora. As fibras foram separadas da água, lavadas, e em uma segunda etapa, foram então submetidas a mais 1 hora de reação, sob refluxo, com 300 mL de uma solução alcoólica de HNO<sub>3</sub> 20% (v/v). Posteriormente, o material foi mantido em uma solução de NaOH 4% (m/v) por 1 hora, filtrado, lavado em água corrente e seco em estufa a 60 °C. Este material foi chamado de deslignificado. O teor de lignina Klason (insolúvel em ácido sulfúrico 72 % (m/m)) foi determinado para o material *in natura* e após o processo de deslignificação de acordo com procedimento descrito por Morais e colaboradores (2010).

Para a acetilação, pesou-se 5,0 g do material deslignificado e adicionou-se 100 mL de ácido acético. O sistema foi mantido sob agitação magnética por 30 minutos e então adicionou-se uma solução preparada pela mistura de 45 mL de ácido acético e 0,4 mL de ácido sulfúrico, permanecendo por agitação por mais 15 minutos. Posteriormente, adicionou-se 160 mL de anidrido acético ao sistema que foi mantido sob agitação por 2 horas. Após esse tempo, precipitou-se o acetato de celulose pela adição de 300 mL de água destilada à solução. O material foi filtrado, lavado com água e com solução de bicarbonato de sódio 10% até a neutralização e posterior secagem em estufa a 100 °C por 2 horas. As fibras *in natura*, após o tratamento para a deslignificação e o acetato de celulose sintetizados foram caracterizados por espectroscopia no infravermelho (FTIR) no modo de reflexão total atenuada (ATR) para a identificação dos principais grupos funcionais e o acompanhamento das alterações causadas pelos tratamentos químicos. O grau de substituição do acetato de celulose foi determinado através de uma reação de saponificação conforme procedimento descrito por Cerqueira e colaboradores (2010).

## 2.2 Preparação Dos Nanocompósitos Poliméricos

As nanopartículas, utilizadas na preparação dos nanocompósitos, foram produzidas pela rota solvotérmica, de modo semelhante ao realizado anteriormente pelo nosso grupo para a obtenção de nanopartículas de magnetita (SCOPEL et al., 2019). Brevemente, preparou-se uma solução 0,25 mol/L de propóxido de zircônio em ácido oléico e aqueceu-se por 48 horas a 230 °C. Após o tempo de reação, as partículas foram lavadas com acetona e solubilizadas em clorofórmio. O tamanho das nanopartículas produzidas foi estimado por medida de DRX e utilização da Equação de Scherrer (CULLITY, 1978)

Os nanocompósitos foram preparados pelo método de simples mistura utilizando a solução coloidal das nanopartículas e uma solução de acetato de celulose em clorofórmio (6% m/m) previamente preparada e homogeneizada por 12 horas. Foram testados nanocompósitos com 6 e 10% de zircônia em relação à massa de acetato

de celulose. Após a mistura das nanopartículas e da solução de acetato de celulose, o sistema foi homogeneizado por agitação magnética por 12 horas. Após esse tempo, a emulsão foi espalhada em uma placa de vidro previamente limpa com clorofórmio com 2 fitas sobrepostas para demarcar a área a espessura da membrana e deixou-se o solvente evaporar por 2,5 minutos. O destaque das membranas da placa de vidro foi induzido pela imersão da placa em um banho de água à temperatura de 4 °C. Além das membranas do nanocompósito, membranas puras de acetato de celulose também foram preparadas. O esquema está representado na Figura 2.

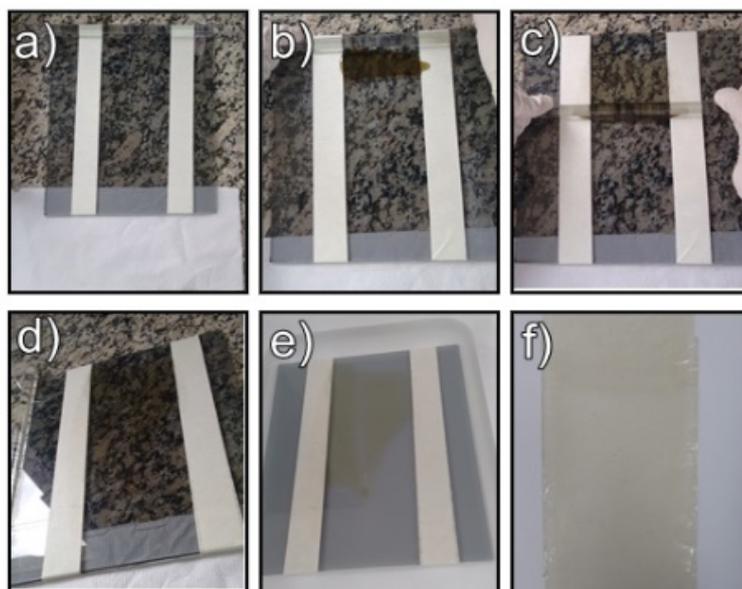


Figura 2 – Procedimento para a preparação das membranas: a) Placa de espalhamento; b) Deposição da suspensão na placa; c) Espalhamento para a produção das membranas; d) Evaporação do solvente; e) Destacamento da membrana da placa; f) Membrana obtida

A caracterização das membranas e nanocompósitos foi feita por microscopia óptica para avaliação de sua homogeneidade. Com relação às propriedades de transporte, determinou-se a permeabilidade ao vapor de água utilizando o copo de Payne, cujo esquema de montagem encontra-se representado na Figura 3. O copo é preenchido com água até metade da capacidade e acopla-se a membrana no suporte. O sistema foi colocado em dessecador por 8 horas, utilizando-se pentóxido de fósforo como agente dessecante. A cada hora o sistema foi pesado para avaliar a perda de água.

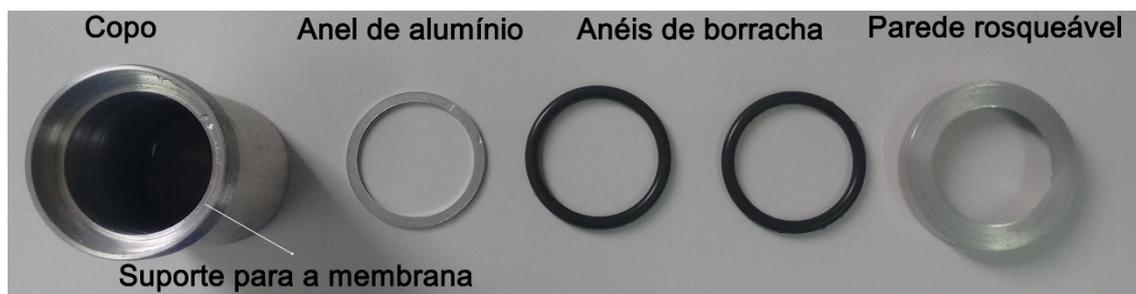


Figura 3 – Esquema de montagem do copo de Payne

O fluxo de vapor é calculado segundo a equação 1.

$$J_v = \frac{\Delta m}{\Delta t \cdot A} \quad [1]$$

Onde:  $J_v$  = fluxo de vapor de água;  $\Delta m$  = variação de massa, em gramas;  $\Delta t$  = variação de tempo, em horas;  $A$  = área permeante da membrana, em  $\text{cm}^2$ .

O coeficiente de permeabilidade ao vapor de água ( $P_w$ ) pode ser determinado pela equação 2 (MORELLI; RUVOLO FILHO, 2010).

$$P_w = \frac{J_v R T L}{M \Delta P_w} \quad [2]$$

Onde:  $J_v$  = fluxo de vapor de água;  $P_w$  = Permeabilidade ao vapor de água;  $\Delta P_w$  = Variação na pressão de vapor de água, na temperatura de  $25^\circ\text{C}$  (23,76 mmHg);  $L$  = Espessura da membrana  $M$  = Massa molar da água;  $R$  = Constante dos gases ideais;  $T$  = Temperatura da análise

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos realizados na fibra do coco tinham como objetivo a obtenção de um material rico em celulose e conseqüentemente mais acessível para a conversão a acetato de celulose. Com isso, ocorreu a solubilização da hemicelulose e a oxidação da lignina a fenóis, nitrofenóis, ácido oxálico, ácido acético,  $\text{CO}$  e  $\text{CO}_2$ , que são solubilizados em etanol. Por fim, no contato com a solução de  $\text{NaOH}$  ocorre a solubilização de lignina nitrada durante o processo e que permanece impregnada na fibra (PAYNE; FUKUNAGA; KOJIMA, 1937). Nesta etapa também ocorre o processo de mercerização, no qual alguns grupos hidroxila são desprotonados, o que reduz a cristalinidade das fibrilas celulósicas, facilitando a posterior reação (MEIRELES, 2007).

As análises de FTIR (Figura 4) indicam uma redução na intensidade na banda de estiramento de hidroxila devido ao processo de acetilação, que promove a esterificação desses grupos. Na região de  $1750 \text{ cm}^{-1}$ , nota-se uma modificação nas vibrações das ligações ésteres: inicialmente ocorre uma redução após o processo de purificação, devido à remoção da hemicelulose, que possui ligação éster, além do aumento da intensidade após a acetilação devido à acetilação. Nota-se também uma redução das vibrações de aromáticos, presentes especialmente na lignina, devido à remoção deste componente. Este dado é corroborado com o teor de lignina Klason determinado para o material in natura de cerca de 34,0% e após o processo de deslignificação este teor é reduzido para cerca de 4,0% mostrando a eficiência do processo de deslignificação. Destaca-se ainda a grande intensidade das vibrações carbono-oxigênio, específica de acetatos, na região de  $1250 \text{ cm}^{-1}$  no acetato de celulose. O grau de substituição determinado para o acetato de celulose foi de  $2,78 \pm 0,051$  o que caracteriza este material como um triacetato de celulose.

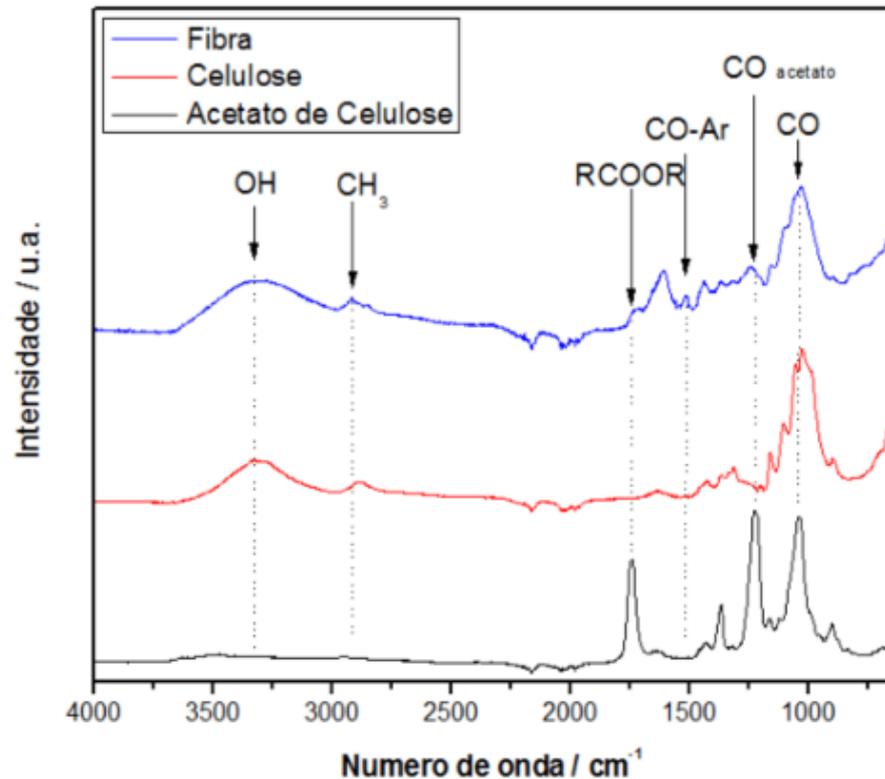


Figura 4 – Espectros de FTIR da fibra de coco *in natura* (fibra), submetida à deslignificação (celulose) e para o acetato de celulose.

As nanopartículas de óxido de zircônio produzidas tiveram seu tamanho estimado em 5 nm a partir de dados de DRX e utilização da Equação de Scherrer. As membranas obtidas pela incorporação destas nanopartículas na matriz polimérica de acetato de celulose foram inicialmente caracterizadas por microscopia óptica e não apresentaram agregados, conforme nota-se na Figura 5, o que indica a boa dispersibilidade das nanopartículas na matriz de acetato de celulose, um fator crucial para a preparação de nanocompósitos com propriedades aprimoradas.

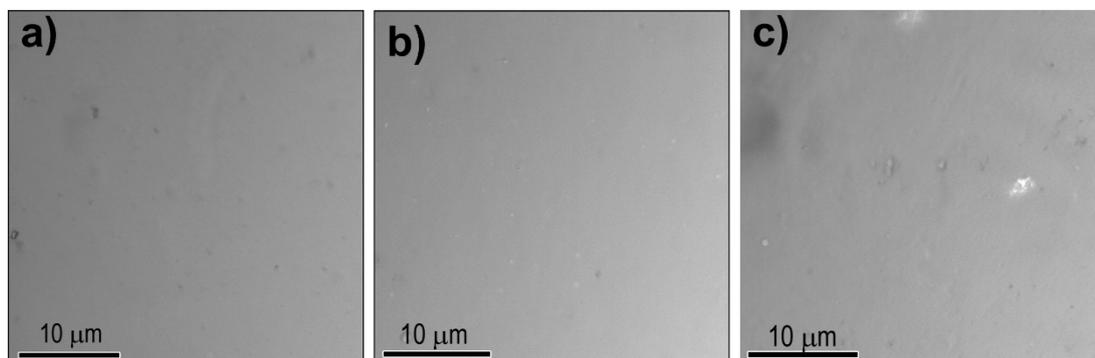


Figura 5 – Microscopias ópticas das membranas obtidas: a) acetato de celulose pura; b) nanocompósito com 6% de  $ZrO_2$ ; c) nanocompósito com 10% de  $ZrO_2$ .

Para avaliar a influência da incorporação das nanopartículas ao acetato de celulose, determinou-se a permeabilidade ao vapor de água das membranas puras e dos nanocompósitos. No gráfico da Figura 6 estão apresentados os dados de

coeficientes do fluxo de vapor de água no intervalo de monitoramento, evidenciando que a incorporação de ZrO<sub>2</sub> diminui o fluxo de vapor pela membrana quando comparada a membrana pura (apenas acetato de celulose).

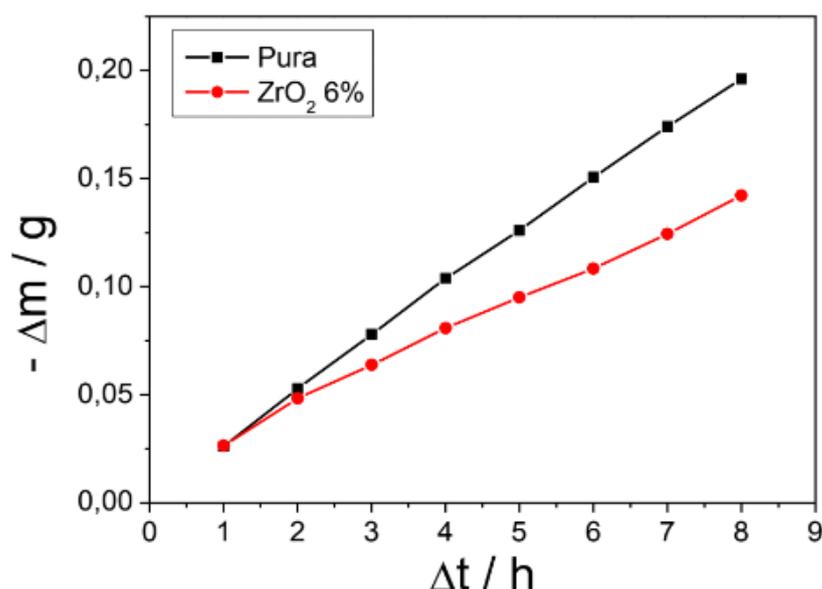


Figura 6 – Caracterização do fluxo de vapor de água das membranas

Os cálculos de permeabilidade levaram a um valor de  $9,65 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$  para a membrana de acetato de celulose pura, e para os nanocompósitos com óxido de zircônio o valor reduziu para  $5,88 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ . Essa redução indica uma alta compatibilidade entre as nanopartículas e a matriz polimérica, devido à presença dos grupos oleato na superfície das nanopartículas, o que torna mais difícil a passagem do vapor de água pela membrana. A incorporação do ZrO<sub>2</sub> funcionalizado reduz a permeabilidade, sendo que para membranas de acetato de celulose comercial o valor relatado é de  $3,03 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$  (FERREIRA, 2015), que pode ser ainda menor com a incorporação de óxidos metálicos compatíveis com o polímero. Estudos mais aprofundados podem ser realizados para indicações de possíveis aplicações para as membranas de nanocompósitos como por exemplo ensaios de retenção salina para a purificação de água, utilizando membranas com distintos teores de nanopartículas incorporadas. Ensaio preliminares de retenção salina com estas membranas tem demonstrado uma maior eficiência na retenção das membranas nanocompósitas quando comparadas à membrana de acetato de celulose pura. Este é mais um indicativo do grande potencial de aplicação destas membranas nanocompósitas levando em conta o apelo ambiental pela utilização de uma matéria prima alternativa e proveniente de um resíduo agroindustrial,

#### 4 | CONCLUSÃO

Membranas de acetato de celulose e de nanocompósitos com óxido de zircônio foram obtidas a partir da fibra da casca de coco. Os métodos utilizados para remoção

de lignina e hemicelulose foram eficientes para a obtenção de um material rico em celulose que foi eficientemente convertido para acetato de celulose. A incorporação de nanopartículas com a superfície funcionalizada com grupos orgânicos levou a uma redução da permeabilidade das membranas, comparadas com as membranas puras de acetato de celulose. Isso indica que as membranas passam a ser mais seletivas e podem ser utilizadas em processos que demandam tal propriedade. Além disso, a produção de materiais a partir de resíduos agroindustriais representa uma importante maneira para agregar valor à cadeia produtiva de materiais, além de reduzir a poluição gerada pelo descarte inadequado desses resíduos e a dependência de fontes de petróleo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UFES pelo espaço físico e bolsa de Iniciação científica concedida e à FAPES pelo financiamento do projeto.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, M.; DUBOIS, P. **Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials**. *Materials Science and Engineering*, v. 28, n. March, p. 1–63, 2000.
- ARANTES, T. M. **Modificação das Propriedades dos Polímeros Comerciais de SBR e NBR a Partir da Incorporação de Nanopartículas Sintéticas**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2012.
- BOURGEAT-LAMI, E.; LANG, J. **Encapsulation of Inorganic Particles by Dispersion Polymerization in Polar Media**. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 197, n. 2, p. 293–308, 1998.
- CAMARGOS, C. H. M.; FIGUEIREDO, J. C. D.; PEREIRA, F. V. **Cellulose nanocrystal-based composite for restoration of lacunae on damaged documents and artworks on paper**. *Journal of Cultural Heritage*, v. 23, p. 170–175, 2017.
- CÂNDIDO, R. G.; GODOY, G. G.; GONÇALVES, A. R. **Characterization and application of cellulose acetate synthesized from sugarcane bagasse**. *Carbohydrate Polymers*, v. 167, p. 280–289, 2017.
- CERQUEIRA, D. A. et al. **Caracterização de acetato de celulose obtido a partir do bagaço de cana-de-açúcar por H-RMN**. *Polímeros*, v. 20, p. 85–91, 2010.
- CERQUEIRA, D. A.; FILHO, G. R.; MEIRELES, C. DA S. **Optimization of sugarcane bagasse cellulose acetylation**. *Carbohydrate Polymers*, v. 69, n. 3, p. 579–582, 2007.
- CULLITY, B. D. **Elements of X-RAY DIFFRACTION SECOND EDITION**. (1978)
- DALMASCHIO, C. J. et al. **Nanocrystals self-assembled in superlattices directed by the solvent-organic capping interaction**. *Nanoscale*, v. 5, n. 12, p. 5602, 2013.
- DALMASCHIO, C. J.; LEITE, E. R. **Detachment induced by rayleigh-instability in metal oxide**

**nanorods: Insights from TiO<sub>2</sub>.** *Crystal Growth and Design*, v. 12, n. 7, p. 3668–3674, 2012.

FERREIRA, J. A. **Desenvolvimento de membranas de acetato de celulose incorporadas com aditivos funcionais para uso em odontologia.** Universidade Federal de Uberlândia, 2015.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NOBREGA, R. **Processos de Separação por Membranas.** Rio de Janeiro: e-papers, 2006.

HIMMEL, M. E. et al. **Biomass recalcitrance: engineering plants and enzymes for biofuels production.** *Science (New York, N.Y.)*, v. 315, n. 5813, p. 804–7, 2007.

HWANG, W. G.; WEI, K. H.; WU, C. M. **Preparation and mechanical properties of nitrile butadiene rubber/silicate nanocomposites.** *Polymer*, v. 45, n. 16, p. 5729–5734, 2004.

JALAJERDI, R. et al. **Thermal and Magnetic Characteristics of Cellulose Acetate-Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.** *Journal of Nanostructures*, v. 2, p. 105–109, 2012.

KICKELBICK, G. **Concepts for the incorporation of inorganic building blocks into organic polymers on a nanoscale.** *Progress in Polymer Science*, v. 28, n. August, p. 83–114, 2015.

LIU, S.; LUO, X.; ZHOU, J. **Magnetic Responsive Cellulose Nanocomposites and Their Applications.** In: *Cellulose - Medical, Pharmaceutical and Electronic Applications*. [s.l.: s.n.]. p. 105–124.

MEIRELES, C. D. S. **Síntese e caracterização de membranas de acetato de celulose, obtido do bagaço de cana-de-açúcar, e blendas de acetato de celulose com poliestireno de copos plásticos descartados.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2007.

MEIRELES, C. S.; RODRIGUES FILHO, G.; FERREIRA JUNIOR, M. F.; RIBEIRO, E. A. M.; POLETTO, P.; ZENI, M. **Characterization of asymmetric membranes of cellulose acetate from biomass: Newspaper and mango seed.** *Carbohydrate Polymers*, v. 80, p. 954-961, 2010.

MORAIS, J. P. S.; ROSA, M. F.; MARCONCINI, J. M. **Procedimentos para Análise Lignocelulósica.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Campina Grande, p. 54, 2010.

MORELLI, F. C.; RUVOLO FILHO, A. **Nanocompósitos de polipropileno e argila organofílica: difração de raio X, espectroscopia de absorção na região do infravermelho e permeação ao vapor d'água.** *Polímeros*, v. 20, n. 2, p. 121–125, 2010.

NAM, P. H. et al. **A hierarchical structure and properties of intercalated polypropylene/clay nanocomposites.** *Polymer*, v. 42, n. 23, p. 9633–9640, 2001.

NASCIMENTO, S. A.; REZENDE, C. A. **Combined approaches to obtain cellulose nanocrystals, nanofibrils and fermentable sugars from elephant grass.** *Carbohydrate Polymers*, v. 180, n. September 2017, p. 38–45, 2018.

PAYNE, J. H.; FUKUNAGA, E.; KOJIMA, R. **The Properties of Bagasse Lignin Extracted by the Dilute Nitric Acid Method.** *Journal of the American Chemical Society*, v. 59, n. 7, p. 1210–1213, 1937.

RIBEIRO, E. A. M.; RODRIGUES FILHO, G.; VIEIRA, J. G.; SOUSA, R. M. F.; ASSUNÇÃO, R. M. N.; MEIRELES, C. S.; DURATE, J. ZENI, M. **Characterization of asymmetric membranes of cellulose acetate from recycling of residue corn stover for use in ultrafiltration.** *Química Nova*, v. 37, p. 385-391, 2014.

RAGAUSKAS, A. J. et al. **Lignin valorization: Improving lignin processing in the biorefinery.** *Science*, v. 344, n. 6185, 2014.

REZENDE, C. et al. **Chemical and morphological characterization of sugarcane bagasse submitted to a delignification process for enhanced enzymatic digestibility.** *Biotechnology for Biofuels*, v. 4, n. 1, p. 54, 2011.

RODRIGUES FILHO, G. et al. **Synthesis and characterization of cellulose acetate produced from recycled newspaper.** *Carbohydrate Polymers*, v. 73, n. 1, p. 74–82, 2008.

SCOPEL, E. et al. **Synthesis of functionalized magnetite nanoparticles using only oleic acid and iron (III) acetylacetonate.** *SN Applied Sciences*, v. 1, n. 2, p. 147, 2019.

SIQUEIRA, G.; BRAS, J.; DUFRESNE, A. **Cellulosic bionanocomposites: A review of preparation, properties and applications.** *Polymers*, v. 2, n. 4, p. 728–765, 2010.

SPIRIDON, I.; POPA, V. I. **Hemicelluloses: Major Sources, Properties and Applications.** In: BELGACEM, M. N.; GANDINI, A. (Eds.). *Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources*. Amsterdam: Elsevier, 2008.

YANG, Z.; MA, X. H.; TANG, C. Y. **Recent development of novel membranes for desalination.** *Desalination*, v. 434, n. November 2017, p. 37–59, 2018.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Tayronne de Almeida Rodrigues** - Filósofo e Pedagogo, especialista em Docência do Ensino Superior e Graduando em Arquitetura e Urbanismo, pela Faculdade de Juazeiro do Norte-FJN, desenvolve pesquisas na área das ciências ambientais, com ênfase na ética e educação ambiental. É defensor do desenvolvimento sustentável, com relevantes conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Membro efetivo do GRUNEC - Grupo de Valorização Negra do Cariri. E-mail: tayronnealmeid@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9378-1456>.

**João Leandro Neto** - Filósofo, especialista em Docência do Ensino Superior e Gestão Escolar, membro efetivo do GRUNEC. Publica trabalhos em eventos científicos com temas relacionados a pesquisa na construção de uma educação valorizada e coletiva. Dedicar-se a pesquisar sobre métodos e comodidades de relação investigativa entre a educação e o processo do aluno investigador na Filosofia, trazendo discussões neste campo. Também é pesquisador da arte italiana, com ligação na Scuola de Lingua e Cultura – Itália. Amante da poesia nordestina com direcionamento as condições históricas do resgate e do fortalecimento da cultura do Cariri. E-mail: joaoleandro@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1738-1164>.

**Dennyura Oliveira Galvão** - Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Atualmente é professora titular da Universidade Regional do Cariri. E-mail: dennyura@bol.com.br LATTES: <http://lattes.cnpq.br/4808691086584861>.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-334-7

