

A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO INTERDISCIPLINAR NAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2



**ELÓI MARTINS SENHORAS
(ORGANIZADOR)**

Atena
Editora
Ano 2020

A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO INTERDISCIPLINAR NAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2



**ELÓI MARTINS SENHORAS
(ORGANIZADOR)**

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

P964 A produção do conhecimento interdisciplinar nas ciências ambientais
2 [recurso eletrônico] / Organizador Eloi Martins Senhoras. –
Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-81740-19-1

DOI 10.22533/at.ed.191201002

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –
Brasil. I. Senhoras, Eloi Martins.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

O livro intitulado “A Produção do Conhecimento Interdisciplinar nas Ciências Ambientais 2” trata-se de um pioneiro trabalho coletivo produzido por pesquisadores de todas as regiões brasileiras, findando abordar temáticas relevantes ao campo de Ciências Ambientais a partir de enfoques teórico-metodológicos absorventes e plurais que se materializam a partir de uma abordagem interdisciplinar.

As contribuições deste livro são oriundas, tanto da área de Ciências Ambientais stricto sensu, quanto, do campo de Ciências Ambientais lato sensu, conformado pela agregação de discussões das áreas de Gestão Ambiental, Ciências Florestais, Biologia, Engenharia, Desenvolvimento e Planejamento Territorial, Ecologia, Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Zootecnia, Biomedicina, Enfermagem, Ciências Agrárias.

Organizado em doze capítulos, o presente livro foi estruturado por meio de pesquisas laboratoriais e de campo que se utilizaram de diferentes técnicas de levantamento e análise de dados, sendo caracterizadas, de modo convergente, pelo uso de procedimentos metodológicos de natureza quali-quantitativa quanto aos meios e de natureza exploratória e descritiva quanto aos fins.

No primeiro capítulo, “Influência da vegetação em variáveis climáticas: estudo em bairros da cidade de Cascavel - PR”, a coleta de dados em áreas verdes da cidade de Cascavel trouxe como resultado a identificação de que a presença de vegetação tem grande influência no microclima local e que a região que possui maior quantidade de maciço arbóreo tem melhores condições climáticas sobre a região da cidade que tem menor quantidade de maciço arbóreo.

No segundo capítulo, “Incremento diamétrico, hipsométrico e de área de copa de espécies florestais na arborização de calçadas”, os resultados apresentados na pesquisa demonstram ser úteis para auxiliar o processo de criação de cenários de composição do plantio de árvores em áreas urbanas, visando analisar possíveis conflitos com estruturas urbanas e as possíveis soluções para plantar árvores nas calçadas.

No capítulo terceiro, “Árvores e arbustos utilizados na arborização do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Recife”, a avaliação das principais espécies arbustivo-arbóreas demonstrou que as espécies registradas proporcionam alimentação para fauna, suporte de conteúdo em aulas práticas e o embelezamento paisagístico e ambiental do campus, embora em um contexto de ausência de valorização da flora nativa na etapa de planejamento de arborização do campus.

No quarto capítulo, “Biomassa e macronutrientes em um povoamento de *Eucalyptus benthamii* no Sul do Brasil”, o objetivo foi quantificar o estoque de biomassa e macronutrientes em uma área de produção das sementes de *Eucalyptus benthamii*, em São Francisco de Assis – RS, sendo demonstrado que a quantificação de

macronutrientes na biomassa nesta área é proporcionalmente menor em comparação com estudos realizados em plantações comerciais devido ao menor número de árvores por ha.

No quinto capítulo, “Biomassa e micronutrientes em um povoamento de *Eucalyptus benthamii* no Sul do Brasil”, a quantificação do estoque de biomassa e de macronutrientes na mesma área do capítulo 4 possibilitou demonstrar que as maiores quantidades de micronutrientes estão na casca, folha, frutos, galhos e raízes, componentes que podem ser deixados no campo após a colheita, contribuindo para a ciclagem de nutrientes do local.

No sexto capítulo intitulado “Variações nos teores de clorofila e na dimensão da copa em árvores adultas de *Platanus x acerifolia*”, a pesquisa demonstrou que a intensidade de radiação solar gera influência sobre cada parte da copa das árvores de *Platanus x acerifolia*, assim como procedimentos de avaliação de árvores urbanas são importantes para pautar ações de manutenção, a fim de manter os serviços ecossistêmicos almejados com as árvores nas cidades.

No capítulo sétimo, “Uso do método adaptado de avaliação rápida e priorização do manejo (RAPPAM) para uma unidade de conservação”, as análises realizadas demonstraram que a área analisada requer a aplicação de planejamento das atividades, a implementação do que foi planejado e o monitoramento para verificação da eficácia de inúmeras etapas mencionadas no Plano de Manejo do Parque Estadual de Dois Irmãos, além dos impactos adversos precisarem ser mais focados por parte dos gestores.

No oitavo capítulo, “Estudo da utilização de resíduo de casca cerâmica de microfusão no concreto em substituição ao agregado graúdo e miúdo natural”, a pesquisa teve como objetivo a incorporação do resíduo de casca cerâmica no concreto, visando à preservação ambiental, a reciclagem e a redução no consumo de recursos naturais. O estudo demonstra que o uso de casca cerâmica tem grande potencial, devendo ser avaliado cada caso de substituição em função do produto a ser gerado.

No nono capítulo, “Estudo de autodepuração do córrego Batista, Perolândia – Goiás”, o estudo concluiu que este curso hídrico possui capacidade de autodepurar-se caso receba o lançamento de efluentes tratados pelo Sistema de Esgotamento Sanitário de Perolândia, conforme projetado, com eficiência de 90%, e continuará como Classe 2, conforme parâmetros da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

No capítulo décimo, “Funções de pedotransferência de atributos físico-químicos em solos do Oeste baiano, Brasil”, objetivou-se determinar correlações diretas entre alguns atributos do solo do Oeste da Bahia (granulometria, capacidade de campo, ponto de murcha permanente, carbono orgânico, densidade do solo e capacidade de troca de cátions), bem como desenvolver modelos matemáticos simples entre eles, em que um ou mais atributos servem de componentes principais da função para prever o outro.

No décimo primeiro livro, “Adsorção de cloridrato de metformina por meio de Ecovio® eletrofiado e carvão ativado”, a pesquisa analisou a metformina, que é o princípio ativo do medicamento utilizado para tratamento de diabetes mellitus tipo 2, de modo que sua presença em rios e lagos provoca a feminilização de peixes e pequenos animais. Com o objetivo de remover esse contaminante foram testados como adsorventes o carvão ativado obtido a partir do coração da bananeira *Musa cavendish* e o Ecovio® eletrofiado, sendo utilizadas metodologias alternativas a fim de aumentar sua capacidade de adsorção.

No décimo segundo capítulo, “Notificação de esquistossomose versus condições ambientais no município de São Bento, nos anos de 2015/2016”, com base na análise dos dados, o estudo demonstrou a necessidade de intervenção estatal para que a redução do número de casos de esquistossomose observada nos dois anos avaliados se mantenha, bem como ser imperativa a implementação de campanhas educativas visando a conscientização da população deste município maranhense.

Com base nos capítulos ora descritos, o seleto grupo de autores presentes no desenvolvimento desta obra demonstrou um forte e reticular trabalho coletivo de pesquisadoras e pesquisadores - não apenas com distintas formações acadêmicas, mas também oriundos de instituições de ensino superior público e privadas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil - o que repercutiu em uma rica agenda de pesquisas ambientais comprometidas com as realidades locais.

Desejo uma ótima leitura! Abra os olhos de modo global a partir de transformações locais!

Prof. Dr. Elói Martins Senhoras

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO EM VARIÁVEIS CLIMÁTICAS: ESTUDO EM BAIROS DA CIDADE DE CASCAVEL - PR	
Cinthia Thiesen Otani Décio Lopes Cardoso Ana Maria Damasio	
DOI 10.22533/at.ed.1912010021	
CAPÍTULO 2	15
INCREMENTO DIAMÉTRICO, HIPSOMÉTRICO E DE ÁREA DE COPA DE ESPÉCIES FORESTAIS NA ARBORIZAÇÃO DE CALÇADAS	
Rogério Bobrowski Jéssica Thalheimer de Aguiar Tarik Cuchi Elisiane Vendruscolo Sidnei Antonio Crovador Junior	
DOI 10.22533/at.ed.1912010022	
CAPÍTULO 3	27
ÁRVORES E ARBUSTOS UTILIZADOS NA ARBORIZAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO, CAMPUS RECIFE	
Nelio Domingos da Silva Marília Larocerie Lupchinski Magalhães Gunnar Jorg Kelsch Maria de Lourdes Almeida Gonçalves Pedro Henrique Monteiro Marinho Iara Cristina da Silva Santana Andréia Gregório da Silva Santos Angelica Alves Rodrigues Italo Leal Ferreira de Almeida Suzana Figueiredo de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1912010023	
CAPÍTULO 4	34
BIOMASS AND MACRONUTRIENTS IN STAND OF <i>EUCALYPTUS BENTHAMII</i> IN SOUTHERN BRAZIL	
Huan Pablo de Souza Angélica Costa Malheiros Dione Richer Momolli Aline Aparecida Ludvichak Claudiney do Couto Guimarães José Mateus Wisniewski Gonsalves Mauro Valdir Schumacher	
DOI 10.22533/at.ed.1912010024	
CAPÍTULO 5	43
BIOMASS AND MICRONUTRIENTS IN A <i>EUCALYPTUS BENTHAMII</i> MAIDEN STAND IN SOUTHERN BRAZIL	
Huan Pablo de Souza Angélica Costa Malheiros Dione Richer Momolli Aline Aparecida Ludvichak	

Claudiney do Couto Guimarães
José Mateus Wisniewski Gonsalves
Mauro Valdir Schumacher

DOI 10.22533/at.ed.1912010025

CAPÍTULO 6 55

VARIAÇÕES NOS TEORES DE CLOROFILA E NA DIMENSÃO DA COPA EM ÁRVORES ADULTAS DE *PLATANUS X ACERIFOLIA*

Rogério Bobrowski
Fabiana Schmidt Bandeira Peres
Jéssica Batista da Mata
Daniela Sanson
Kátia Cylene Lombardi

DOI 10.22533/at.ed.1912010026

CAPÍTULO 7 65

USO DO MÉTODO ADAPTADO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA E PRIORIZAÇÃO DO MANEJO (RAPPAM) PARA UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

Eduardo Antonio Maia Lins
Edil Mota Lins
Luiz Oliveira da Costa Filho
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Sérgio Carvalho de Paiva
Fábio José de Araújo Pedrosa
Cecília Maria Mota Silva Lins
Andréa Cristina Baltar Barros
Maria Clara Pestana Calsa
Adriane Mendes Vieira Mota
Roberta Richard Pinto
Daniele de Castro Pessoa de Melo

DOI 10.22533/at.ed.1912010027

CAPÍTULO 8 77

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE CASCA CERÂMICA DE MICROFUSÃO NO CONCRETO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO GRAÚDO E MIÚDO NATURAL

Marina Tedesco
Rejane Maria Candiota Tubino

DOI 10.22533/at.ed.1912010028

CAPÍTULO 9 90

ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO CÓRREGO BATISTA, PEROLÂNDIA – GOIÁS

Wanessa Silva Rocha
Antônio Pasqualetto
Diego Gustavo Nobre Dias
Fábio de Souza Sales

DOI 10.22533/at.ed.1912010029

CAPÍTULO 10 100

FUNÇÕES DE PEDOTRANSFERÊNCIA DE ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS EM SOLOS DO OESTE BAIANO, BRASIL

Joaquim Pedro Soares Neto
Eder Alan do Nascimento de Oliveira
Heliab Bomfim Nunes
Tadeu Cavalcante Reis

Vandayse Abates Rosa

DOI 10.22533/at.ed.19120100210

CAPÍTULO 11 111

ADSORÇÃO DE CLORIDRATO DE METFORMINA POR MEIO DE ECOVIO® ELETROFIADO E CARVÃO ATIVADO

Ana Caroline Reis Meira
Mônica Carminati Scariotto
Douglas Cardoso Dragunski
Aparecido Nivaldo Módenes
Paulo Rodrigo Stival Bittencourt

DOI 10.22533/at.ed.19120100211

CAPÍTULO 12 122

NOTIFICAÇÃO DE ESQUISTOSSOMOSE VERSUS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO, NOS ANOS DE 2015/2016

Maria Eduarda Franco Costa
Amanda Silva dos Santos Aliança
Larissa Silva Oliveira
Reginaldo Pereira Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.19120100212

CAPÍTULO 13 123

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO TOCANTINS NO PERÍMETRO URBANO DE IMPERATRIZ – MA

Bruno Araújo Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.19120100213

SOBRE O ORGANIZADOR..... 130

ÍNDICE REMISSIVO 131

ADSORÇÃO DE CLORIDRATO DE METFORMINA POR MEIO DE ECOVIO® ELETROFIADO E CARVÃO ATIVADO

Data de submissão: 04/11/2019

Data de aceite: 30/01/2020

Ana Caroline Reis Meira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/1162125902773411>

Mônica Carminati Scariotto

Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/8838646163247701>

Douglas Cardoso Dragunski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/0612112281360342>

Aparecido Nivaldo Módenes

Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/7294940837327863>

Paulo Rodrigo Stival Bittencourt

Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Medianeira – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/5404437676153162>

RESUMO: A metformina (Met) é o princípio ativo do medicamento utilizado para tratamento de diabetes mellitus tipo 2 e sua presença em rios e lagos provoca a feminilização de peixes e pequenos animais. Com o objetivo de remover esse contaminante foram testados como adsorventes o carvão ativado obtido a partir do coração da bananeira Musa cavendish e o Ecovio® eletrofiado, sendo utilizadas metodologias alternativas a fim de aumentar sua capacidade de adsorção. O carvão produzido foi ativado com KOH e H₂O₂. Fibras poliméricas de Ecovio® foram obtidas por eletrofição, mediante ao tratamento da solução polimérica com cloridrato de metformina (Met) e CaCl₂. As soluções poliméricas foram preparadas com Ecovio® solubilizado em clorofórmio e dimetilformamida (DMF) na proporção de 85/15 v.v-1 e adicionado o sal 30% m.m-1 em relação à massa de polímero, as fibras foram lavadas e secas. A capacidade de remoção de Met em solução aquosa foi avaliada por meio de análises de adsorção que foram conduzidas a 30 °C, 150 rpm, [Met] 100 mg.L⁻¹, por 24 h, em pH 7 e pH 10,5. O por FTIR e MEV, mostrando que os melhores parâmetros de eletrofição foram 14 kV, 12 cm e Ecovio® 15% m.v-1, as análises de FTIR evidenciaram a presença dos sais nas fibras e a remoção dos mesmos após a lavagem. A capacidade de adsorção de Met foi maior em pH 10,5 para todos os adsorventes

utilizados, sendo o filme de Ecovio®/CaCl₂ o que apresentou maior capacidade de remoção 24,88 mg.g⁻¹. A presença de sais nas fibras provocou modificações capazes de aumentar sua capacidade de adsorção. Concluiu-se que os adsorventes preparados apresentaram potencial para a remoção de Met em ambientes aquáticos, sendo preferível o uso do polímero por apresentar maior capacidade de adsorção e ser facilmente separado da solução após o processo.

PALAVRAS-CHAVE: Cloridrato de metformina; adsorção; eletrospinning; carvão ativado.

ADSORPTION OF METFORMIN HYDROCHLORIDE BY ECOVIO® SOLUTION IN ELECTROSPINNING AND ACTIVATED CARBON

ABSTRACT: Metformin (Met) is the active ingredient of the drug used to treat type 2 diabetes mellitus and its presence in rivers and lakes causes the feminization of fish and small animals. In order to remove this contaminant, activated carbon was tested as adsorbent from the heart of the Musa cavendish banana and electrospun Ecovio®, and alternative methods were used to increase its adsorption capacity. The produced charcoal was activated with KOH and H₂O₂. Ecovio® fibers were blocked by electrospinning through the treatment of the polymeric solution with metformin chloride (Met) and CaCl₂. Polymeric solutions were prepared with Ecovio® solubilized in chloroform and dimethylformamide (DMF) at a ratio of 85/15 v.v⁻¹ and added at 30% m.m⁻¹ to the polymer mass, as the fibers were washed and dried. Removal capacity of Met in aqueous solution was evaluated by adsorption analyzes which were conducted at 30°C, 150 rpm, [Met] 100 mg.L⁻¹ for 24 h at pH 7 and pH 10.5. By FTIR and SEM it was found the best electrospinning parameters were 14 kV, 12 cm and Ecovio® 15% m.v⁻¹. FTIR analyzes showed the presence of salts in the fibers and their removal after washing. Met adsorption capacity was higher at pH 10.5 for all adsorbents used, and Ecovio®/CaCl₂ film presented the highest removal capacity 24.88 mg.g⁻¹. The presence of salts in the fibers caused modifications capable of increasing their adsorption capacity. It was concluded the prepared adsorbents had potential for the removal of Met in aquatic environments, being preferable the use of the polymer because it presents higher adsorption capacity and is easily separated from the solution after the process.

KEYWORDS: Metformin hydrochloride; adsorption; electrospinning; activated carbon.

1 | INTRODUÇÃO

A presença de medicamentos no ambiente provoca várias alterações na vida aquática e vegetal, quando presentes em águas superficiais, águas residuais e solo (Dietrich et al., 2002). A metformina (Met) é um medicamento comercializado como cloridrato de metformina, um ingrediente ativo para o tratamento do diabetes mellitus tipo 2. A dose prescrita diariamente para pacientes com essa doença varia de 1.000 a 2.500 mg e a taxa de absorção pelo organismo é de aproximadamente 70%, sendo

excretada principalmente pela urina (Briones et al., 2016; Chandra et al., 2016; Costa et al., 2017). O principal impacto causado pela presença de Met em rios e lagos é a feminização de peixes e pequenos animais devido às alterações provocadas nas gônadas desses animais (Niemuth e Klaper, 2015), Figura 1.

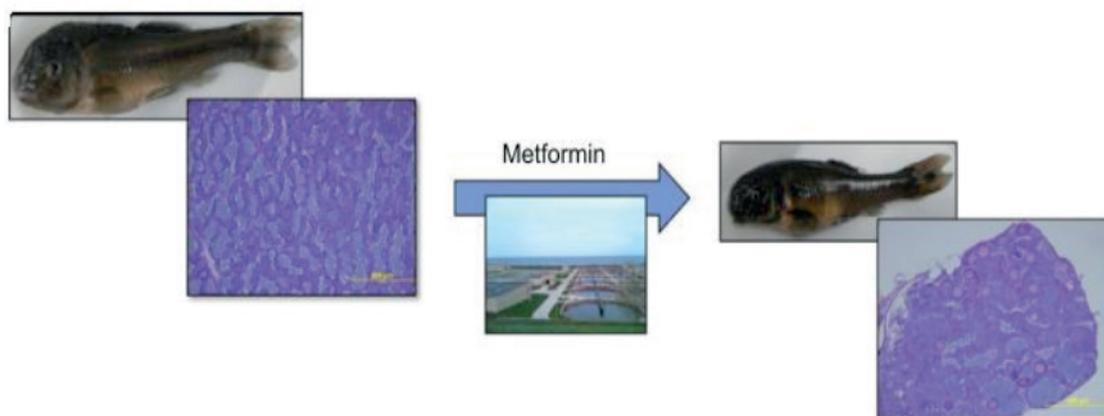


Figura 1: Histologia das gônadas masculinas (Niemuth e Klaper, 2015).

A remoção de Met pode ser obtida através de adsorção, um fenômeno físico-químico em que o componente em uma fase gasosa ou líquida é transferido para a superfície de uma fase sólida (Ruthven, 1984), dessa forma, neste trabalho foram testados como adsorventes o carvão ativado e filmes poliméricos de Ecovio® obtidos por eletrofiação.

O Brasil é um dos principais produtores e consumidores de banana do mundo, juntamente com Equador e China, adaptando-se perfeitamente ao clima tropical úmido (Larotonda, 2008). O carvão ativado utilizado para este trabalho foi produzido a partir de biomassa da flor da bananeira caturra, também conhecida como banana nanica, pertencente à família musácea e de gênero e espécie *Musa cavendish*. Popularmente, a flor da bananeira também é chamada de coração ou umbigo da bananeira.

Outro material utilizado foi o Ecovio®, polímero biodegradável desenvolvido pela BASF, composto em 75% por matéria prima renovável. É mais resistente ao estresse mecânico e à umidade do que outros polímeros biodegradáveis, constituído pela união do ácido polilático (PLA), substância derivada do milho, e Ecoflex®, primeiro produto da linha de materiais biodegradáveis da BASF, o Ecoflex® é um copoliéster biodegradável, chamado de PBAT [poli(adipato de butileno)-co-(tereftalato)] (Company; Richard et al., 2014).

Fibras poliméricas estão sendo estudadas quanto a sua obtenção e aplicações, devido às novas propriedades e funcionalidades que vem sendo dada a estes materiais, a principal forma de obtenção dessas fibras é por meio da eletrofiação (Bhardwaj, N. e Kundu, S., 2010; Costa et al., 2012), Figura 2, que consiste na rápida evaporação do solvente durante a ejeção da solução polimérica presente em uma seringa, devido à ação de uma diferença de potencial gerada entre a ponta da agulha metálica e o coletor onde as fibras serão depositadas (Bhardwaj, N. e Kundu, S. C., 2010).

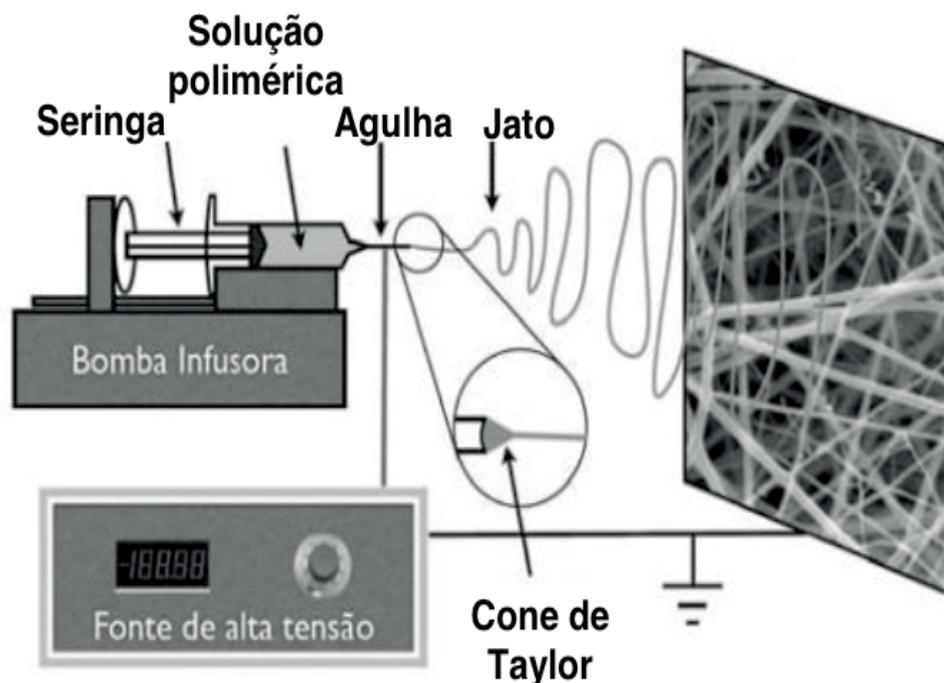


Figura 2: Esquema do sistema de eletrofição.

Muitos métodos e materiais estão sendo desenvolvidos para facilitar e/ou aperfeiçoar os processos de remoção de contaminantes de águas subterrâneas e superficiais. No presente trabalho, foi possível avaliar a capacidade adsorptiva do carvão ativado e das fibras de Ecovio® na remoção de metformina de águas residuárias urbanas e provenientes da indústria farmacêutica.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparo dos adsorventes

Para a produção do carvão ativado, inicialmente o coração da bananeira foi cortado e triturado, seco ao sol e posteriormente submetido ao moinho de facas, ao final desse processo obtemos a biomassa que foi seca a 60 °C na estufa e recebeu tratamento térmico, sendo carbonizada sob atmosfera de N₂ a 650 °C com rampa de aquecimento de 10 °C/min e patamar de 120 minutos. O material obtido, denominado biochar (BC), passou em seguida pela ativação química com KOH e H₂O₂, parte do BC permaneceu com contato sob agitação com uma solução 0,1 mol.L⁻¹ de KOH por 2 horas, em seguida foi filtrado e lavado com água ultrapura até pH neutro. Outra parte foi ativada com H₂O₂, mantendo o contato do BC com solução de H₂O₂ 1% por 2 horas sob agitação, em seguida o material foi lavado até pH neutro. Os carvões ativados obtidos foram secos em estufa a 115 °C para remoção da água. O aspecto inicial e final do adsorvente pode ser observado na Figura 3.

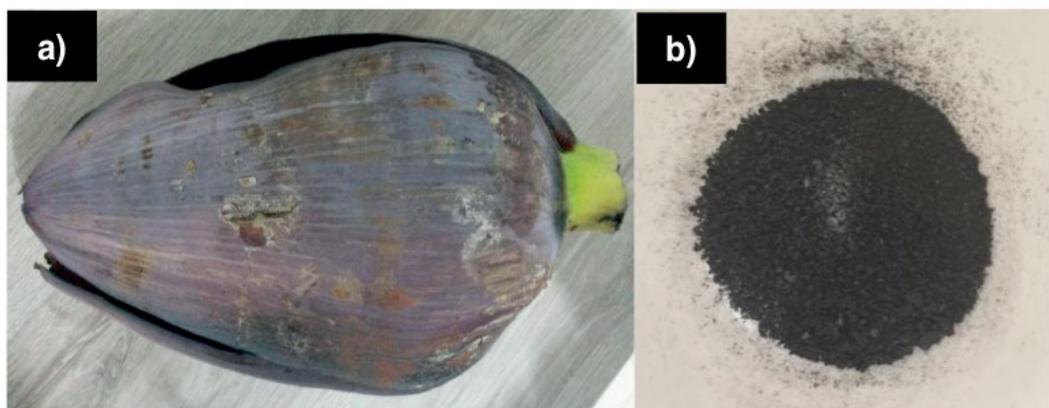


Figura 3: Aspecto inicial e final do adsorvente utilizado para adsorção de Met, a) Coração da bananeira in natura, b) carvão ativado com H_2O_2 .

Na obtenção dos filmes para adsorção foram preparadas soluções poliméricas com clorofórmio e dimetilformamida (DMF), P.A. da marca Neon. De acordo com modificações do procedimento descrito por Goes (2012), o Ecovio® foi primeiramente dissolvido em clorofórmio e depois acrescentado o DMF na proporção 85/15 v.v-1, permanecendo sob agitação por 24 horas (Goes et al., 2012), os parâmetros de eletrofiação foram previamente determinados a fim de se obter fibras contínuas e homogêneas, sendo eles 15% m.v-1 a concentração de polímero na solução, 12 cm a distância entre a agulha e o coletor, 0,5 mL.h⁻¹ o fluxo de saída da solução da seringa e 14 kV a diferença de potencial aplicada entre a ponta da agulha e o coletor metálico.

Foram preparados quatro filmes, o filme 1 continha apenas Ecovio®, o filme 2 Ecovio® e Met 30% m.m-1 e o filme 3 Ecovio® e CaCl₂ 30% m.m-1, os filmes obtidos apresentavam-se como a imagem na Figura 4. O cloridrato de metformina utilizado no preparo dos filmes e nos testes de adsorção foi fornecido pela Prati-Donaduzzi, com grau de pureza >99%, o CaCl₂ diidratado da Nuclear.



Figura 4: Filme de Ecovio® obtidos por eletrofiação.

2.2 Avaliação da capacidade adsortiva

A quantificação da Met foi realizada por meio de curva analítica, apresentando linearidade na faixa de concentração analisada. A determinação da metformina foi realizada no espectrofotômetro Uv-Vis, Shimadzu UV-1800, num comprimento de onda característico do fármaco, 232 nm, mostrando um pico único e de maior absorvância (Chandra et al., 2016).

A análise quantitativa foi realizada pelo método da padronização externa, utilizando-se 13 níveis de calibração na faixa de concentração de 0 a 10,0 mg.L⁻¹, como a solução inicial contendo 500 mg.L⁻¹ de Met, para o preparo das amostras para leitura foi necessário realizar as devidas diluições. Cada ponto da curva analítica é a média de três medidas, sendo o valor da regressão linear R²=0,99984, Figura 5.

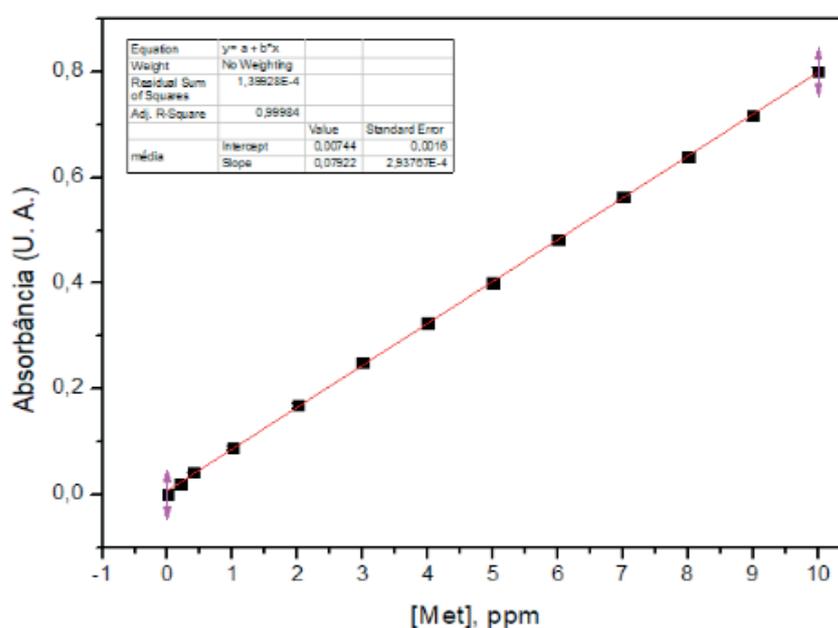


Figura 5: Curva analítica para quantificação dos testes de adsorção de Met.

Para todos os testes de adsorção em batelada, a massa requerida de adsorvente foi pesada e em seguida, foram adicionados 50 mL de solução aquosa contendo 100 ppm de Met. Após submeter o meio a agitação, 150 rpm, por 24 horas a 30 °C, a solução foi removida do contato com o adsorvente, e diluída para leitura no espectrofotômetro Uv-Vis. Os testes foram realizados em pH 7 e 10,5, em pH ácido não foram observados resultados significativos. A eficiência da adsorção foi expressa através da concentração de equilíbrio do contaminante na fase sólida (q_e), dado em mg.g⁻¹ (massa do contaminante adsorvido por massa de filme).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O feito da presença dos sais na aparência morfológica das fibras de Ecovio® foram investigados por meio das imagens de microscopia eletrônica de varredura, realizadas na Universidade Federal do Paraná - Palotina. Assim como verificado na microscopia óptica, os parâmetros de eletrofiação adotados para o Ecovio®, concentração de polímero 15% m.v⁻¹, 12 cm a distância entre a agulha e o coletor, d.d.p de 14 kV e fluxo de 0,5 mL.h⁻¹, observa-se nas imagens de MEV a formação de fibras contínuas e homogêneas, com pouca ou total ausência de *beads*, Figura 6.

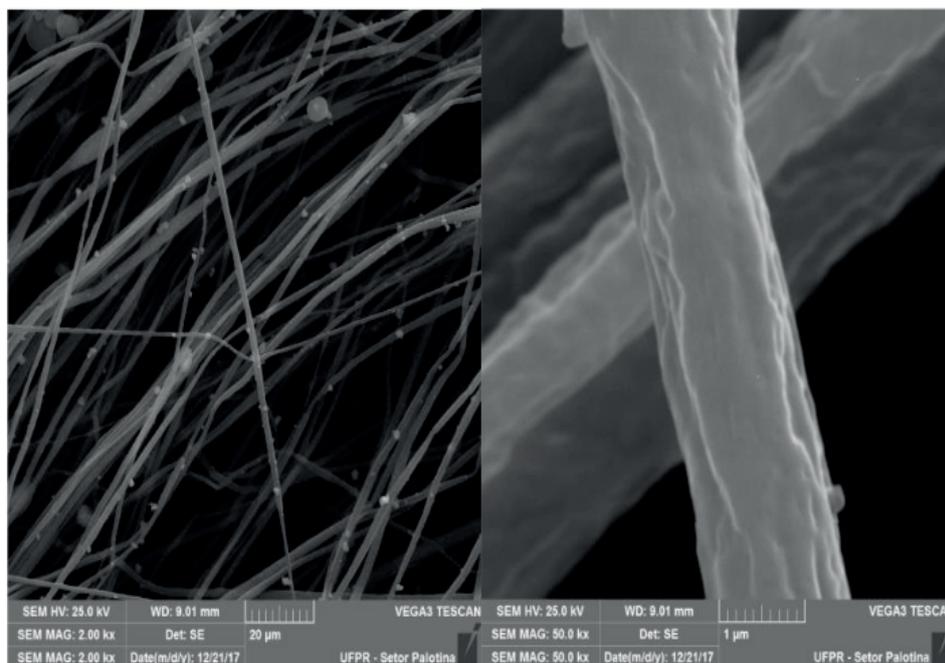


Figura 6: Micrografias das fibras de Ecovio® obtidas por eletrofiação.

Em todas as imagens foi possível observar que as fibras apresentaram rugosidade, o que é importante para materiais adsorventes, devido ao fato de aumentar a área superficial do material.

Os espectros de infravermelho, Figura 7 e 8, foram obtidos no laboratório de Análises Térmicas da UTFPR - Medianeira, para os espectro dos filmes foi utilizando o módulo ATR e espectro vibracional do sal feito com pastilha de KBr, na faixa de 500 cm⁻¹ à 4000 cm⁻¹, demonstraram a presença do sal (Met e CaCl₂) nas fibras e a remoção dos mesmos após a lavagem conforme observado nas regiões em destaque, porém, deixando modificações estruturais, que podem ser observadas nas bandas localizadas num comprimento de onda de 1712 cm⁻¹ e 1756 cm⁻¹ referentes aos constituintes do Ecovio®, o PBAT e o PLA respectivamente (Siyamak et al., 2012; S. Q. S. Amorin et al., 2014).

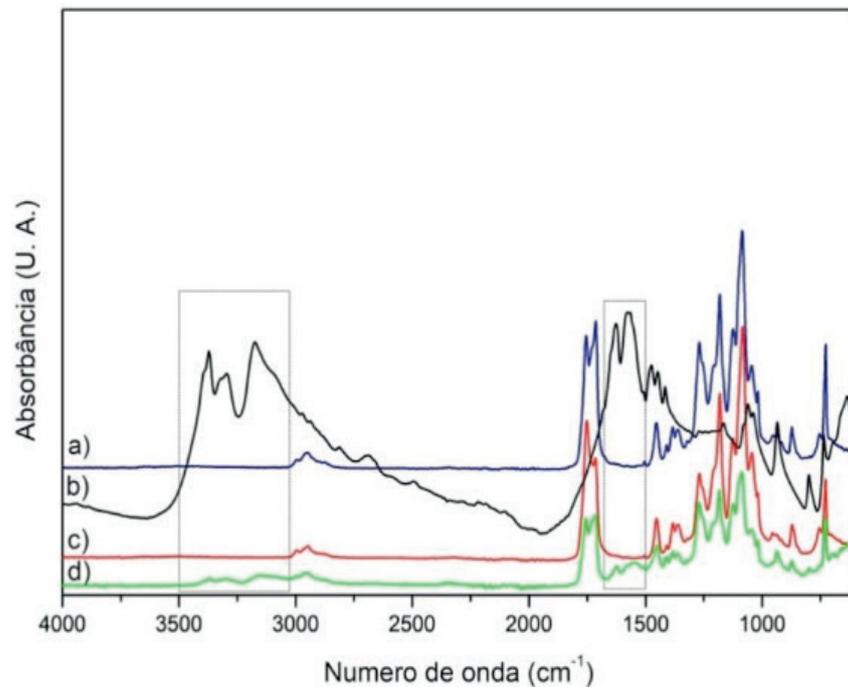


Figura 7: Espectro de infravermelho: a) Ecovio®; b) Met; c) Ecovio®/Met 30% m.m-1 lavado; d) Ecovio®/Met 30% m.m-1.

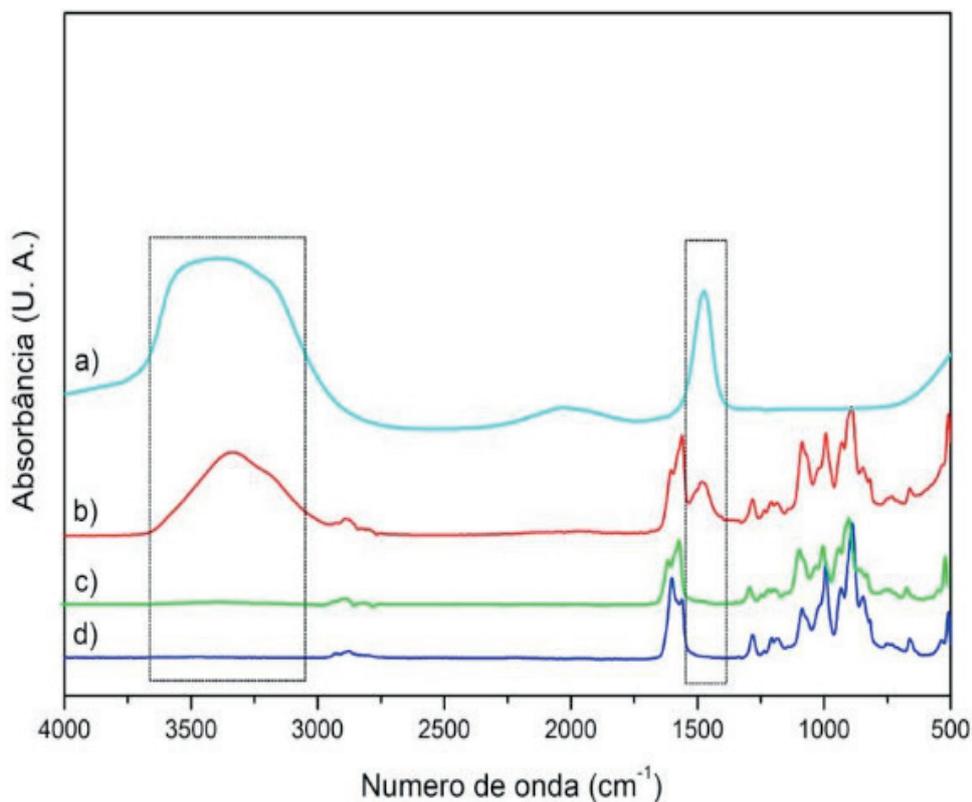


Figura 8: Espectro de infravermelho: a) CaCl₂; b) Ecovio®/CaCl₂ 30% m.m-1; c) Ecovio®/CaCl₂ 30% m.m-1 lavado; d) Ecovio®.

A maior eficiência adsorptiva ocorreu em meio alcalino para todos os filmes testados, Tabela 1. Em pH 7,0 a maior adsorção ocorreu com o filme eletrofiado de Ecovio®/CaCl₂, $q_e = 12,25 \text{ mg.g}^{-1}$, assim como para pH 10,5, com $q_e = 24,88 \text{ mg.g}^{-1}$.

Adsorvente	Capacidade de adsorção q (mg.g ⁻¹)	
	pH 7,0	pH 10,5
Biochar	7,59	-
Carvão ativado com H ₂ O ₂	14,10	-
Carvão ativado com KOH	10,65	-
Ecovio®	2,27	13,67
Ecovio® + Met (30% m/m)	11,81	19,74
Ecovio® + CaCl ₂ (6% m/m)	12,23	24,88

Tabela 1: Capacidade de adsorção do Ecovio® e do carvão ativado.

Tendo em vista as caracterizações realizadas não é possível afirmar que os sais permaneceram apenas na superfície ou no interior das fibras, mas a maior capacidade de adsorção para os filmes contendo Met ou CaCl₂, pode ser explicada devido à, possível, ocorrência de troca iônica entre o adsorvente e o adsorvato.

Quanto a variação de pH, podemos justificar o efeito da capacidade de adsorção ser maior em pH 10,5 por meio do gráfico de distribuição de espécies, Figura 9, entre o pH 9 e 12 tem-se a coexistência de várias espécies de Met, porém, apesar da competição de espécies, todas elas apresentam propriedades semelhantes quanto a sua interação com outros materiais.

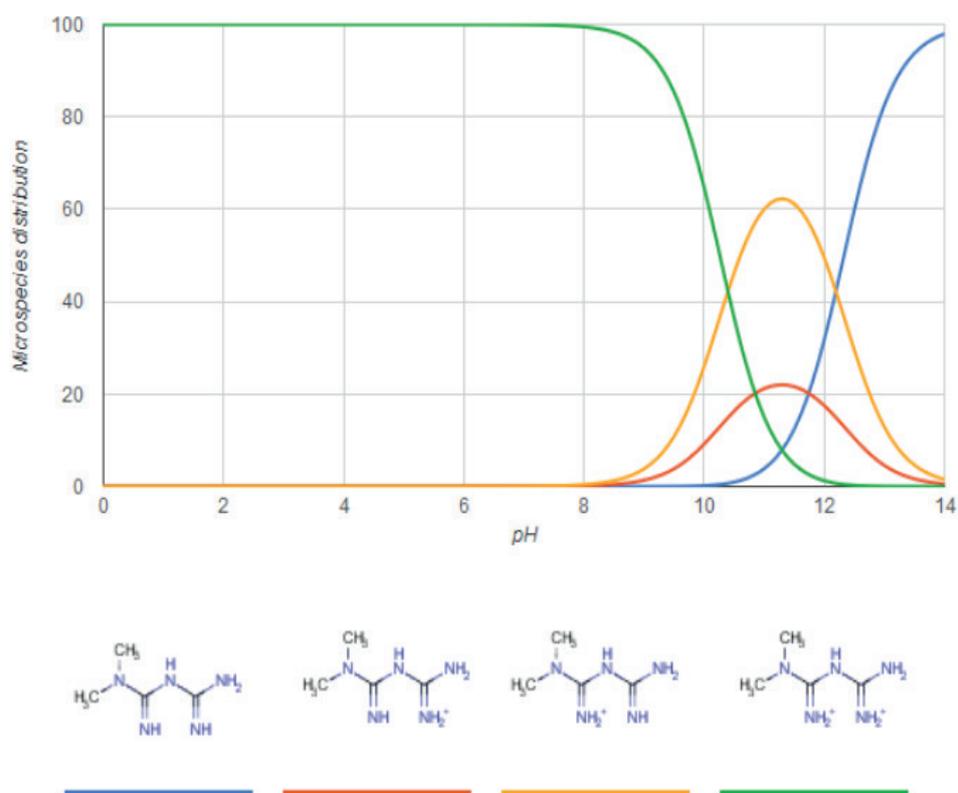


Figura 9: Gráfico da distribuição de espécies do cloridrato de metformina em função do pH (Chemicalize).

4 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados das caracterizações foi possível notar a presença do sal após a obtenção das fibras e as alterações provocadas nas mesmas após a lavagem para remoção desses sais. As análises de adsorção de Met foram realizadas no pH da solução (7,0) e em pH básico (10,5), sendo observada a dependência do pH no processo de adsorção do fármaco, o pH básico mostrou melhores resultados para todos os filmes testados. Foi possível concluir também que os tratamentos realizados com a adição de sais à solução polimérica provocaram mudanças significativas na capacidade de adsorção das fibras, sendo as fibras de Ecovio®/CaCl₂ 30% m.m⁻¹ a que apresentou maior capacidade de remoção, com q_e de 24,88 mg.g⁻¹. O presente estudo demonstrou que as fibras poliméricas podem se tornar uma alternativa no tratamento de águas superficiais contaminadas com fármacos.

REFERÊNCIAS

- BHARDWAJ, N.; KUNDU, S. C. **Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique.** *Biotechnology Advances*, v. 28, n. 3, p. 325-347, mai. 2010. ISSN 0734-9750. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0734975010000066>>.
- BRIONES, R. M.; SARMAH, A. K.; PADHYE, L. P. **A global perspective on the use, occurrence, fate and effects of anti-diabetic drug metformin in natural and engineered ecosystems.** *Environmental Pollution*, v. 219, p. 1007-1020, dez. 2016. ISSN 0269-7491. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116306145>>.
- CHANDRA, R.; SINGH, H.; KUMAR, D. **Determination and method validation for metformin hydrochloride drug content from pharmaceutical product by reversed phase high performance liquid chromatography.** *Der Pharmacia Lettre*, v. 8, n. 8, p. 361-366, 2016. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84973452255&partnerID=40&md5=db6eaf08304f49bcdd857627dd8ac4d7>>.
- CHEMICALIZE. Disponível em: <<https://chemicalize.com/#/calculation>>. Acesso em: 08/08/2018.
- COMPANY, B. T. C. **Plástico biodegradável Ecovio®: derivado do milho e com várias possibilidades de aplicação.**
- COSTA, A. F. et al. **Carga do diabetes mellitus tipo 2 no Brasil.** *Cadernos de Saúde Pública*, v. 33, 2017. ISSN 0102-311X. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2017000205011&nrm=iso>.
- COSTA, R. G. F. et al. **Eletrofiliação de Polímeros em Solução: parte I: fundamentação Teórica.** *Polímeros*, v. 22, p. 170-177, 2012. ISSN 0104-1428. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282012000200012&nrm=iso>.
- DIETRICH, D. R.; WEBB, S. F.; PETRY, T. **Hot spot pollutants: pharmaceuticals in the environment.** *Toxicology Letters*, v. 131, n. 1-2, p. 1-3, 5/10/ 2002. ISSN 0378-4274. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378427402000620>>.
- GOES, A. M. et al. **Viabilidade celular de nanofibras de polímeros biodegradáveis e seus nanocompósitos com argila montmorilonita.** *Polímeros*, v. 22, p. 34-41, 2012. ISSN 0104-1428. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282012000100008&nrm=iso>.

LAROTONDA, F. D. S. G., AZIZA KAMAL; DANTELA, DANIELA; SOARES, HUGO MOREIRA; LAURINDO, JOÃO BORGES; MOREIRA, REGINA FÁTIMA PERALTA MUNIZ; FERREIRA, SANDRA REGINA SALVADOR. **Study of Banana (Musa aaa Cavendish cv Nanica) Trigger Ripening for Small Scale Process**. Brazilian archives of biology and technology, v. 51, p. 1033-1047, 2008. ISSN 1516-8913.

NIEMUTH, N. J.; KLAPER, R. D. **Emerging wastewater contaminant metformin causes intersex and reduced fecundity in fish**. Chemosphere, v. 135, p. 38-45, 2015/09/01/ 2015. ISSN 0045-6535. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653515002830> >.

RICHARD, J. et al. **Toxicity of the micropollutants Bisphenol A, Ciprofloxacin, Metoprolol and Sulfamethoxazole in water samples before and after the oxidative treatment**. International Journal of Hygiene and Environmental Health, v. 217, n. 4-5, p. 506-514, 4// 2014. ISSN 1438-4639. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438463913001363>>. Acesso em: 2014/5//.

RUTHVEN, D. M. **PRINCIPLES OF ADSORPTION AND ADSORPTION PROCESSES**. 1984.

S. Q. S. AMORIN, N. et al. **Study of Thermodegradation and Thermostabilization of Poly(lactide acid) Using Subsequent Extrusion Cycles**. 2014.

SIYAMAK, S. et al. **Effect of Fiber Esterification on Fundamental Properties of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber/Poly(butylene adipate-co-terephthalate) Biocomposites**. 2012. 1327-46.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção de água 77, 81, 82, 85, 86

Agregado reciclado 77

Água 10, 56, 68, 70, 77, 81, 82, 83, 85, 86, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 99, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 114, 125, 127, 128

Arborização 2, 5, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 56, 63, 64, 128

Arbusto 27

Áreas verdes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 14, 57, 124

Árvore 17, 19, 22, 25, 29, 31, 33, 53, 58, 60, 61

Atributos físicos e químicos 101, 102

Autodepuração 90, 91, 92, 93, 94, 96, 98, 99

B

Bananeira 111, 113, 114, 115

Biomassa 41, 42, 52, 53, 54, 70, 113, 114

C

Calçada 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 56

Capacidade de campo 100, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 109

Capacidade de troca de cátions 100, 101, 102, 103, 105

Carbonatação 77, 81, 87

Carbono orgânico 100, 101, 102, 103, 105

Carvão ativado 111, 112, 113, 114, 115, 119

Casca cerâmica 77, 79, 80, 82, 83, 84, 88, 89

Ciências Ambientais 15, 27, 34, 43, 55, 65, 77, 90, 100, 111, 122, 123, 130, 131, 132, 133

Clima 3, 13, 29, 100, 113, 125

Cloridrato de metformina 111, 112, 115, 119

Clorofila 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64

Concreto 2, 77, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 88, 89

Copa 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63

Curso hídrico 90, 91, 98

D

Densidade do solo 100, 101, 102, 103, 105, 106, 109

E

Eletrofiação 111, 112, 113, 114, 115, 117, 120

Esquistossomose 122

Eucalyptus benthamii 34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54

F

Floresta 15, 16, 21, 28, 56, 57, 61, 63, 65, 67, 70, 75

Floresta urbana 15, 16, 21, 28, 56, 57

Florística 28

G

Gestão 13, 15, 16, 27, 56, 66, 67, 70, 75, 76, 77, 79, 88, 91, 99, 130

Granulometria 100, 101, 102

I

Índice de vazios 77, 81, 85, 86

M

Meio ambiente 14, 32, 33, 66, 67, 73, 74, 75, 78, 79, 88, 91, 99, 127, 128

Método de Avaliação Rápida e a Priorização do Manejo 66, 69

Micronutriente 53

Modelagem 13, 90, 91

P

Pedotransferência 100, 108, 109

Planejamento urbano 28, 124

Plantio 15, 16, 26, 29, 32, 41, 53, 56, 75, 109, 127

Platanus x acerifolia 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Poluição 2, 29, 61

Ponto de murcha permanente 100, 101, 102, 105, 106, 108, 109

Preservação ambiental 77, 125

Q

Qualidade ambiental 13, 14, 28, 29

Qualidade de água 99

Qualidade de vida 1, 2, 13, 29, 33, 56, 91

R

Reciclagem 74, 77, 79

Resíduo 60, 62, 74, 77, 79, 80, 82, 84, 85, 88, 126

Resistência à compressão 77, 80, 81, 84, 85, 88

S

Schistosoma mansoni 122

Solo 2, 8, 10, 11, 17, 20, 41, 42, 52, 53, 54, 60, 71, 74, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 125, 126, 127, 128

Sustentabilidade 33, 41, 52

U

Unidades de conservação 6, 65, 66, 67, 69, 75

Urbano 2, 3, 4, 13, 14, 20, 25, 28, 56, 57, 70, 71, 123, 124, 126, 127, 128

 **Atena**
Editora

2 0 2 0