

Princípios de Química

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Princípios de Química

Atena Editora
2019

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

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

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|---|
| P957 | Princípios de química [recurso eletrônico] / Organizadora Carmen Lúcia Voigt. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-422-1 DOI 10.22533/at.ed.221192406 1. Química – Estudo e ensino. I. Voigt, Carmen Lúcia. CDD 540.7 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

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

APRESENTAÇÃO

Química é a ciência que estuda a estrutura das substâncias, a composição e as propriedades das diferentes matérias, suas transformações e variações de energia. A Química conquistou um lugar central e essencial em todos os assuntos do conhecimento humano, estando interligada com outras ciências como a Biologia, Ciências Ambientais, Física, Medicina e Ciências da Saúde.

Pesquisas na área da Química continuam evoluindo cada dia, sendo benéficas devido maior conscientização de como usar os conhecimentos químicos em prol da qualidade de vida e do desenvolvimento da sociedade; prezando pelo meio ambiente, surgindo assim processos e novas tecnologias com menor agressão e impacto.

Muitas são as fontes degradadoras da natureza, porém os resíduos químicos são considerados os mais agressivos. Ao longo dos anos inúmeros tipos de contaminantes foram lançados no meio ambiente, causando contaminação e poluição em diversos tipos de compartimentos ambientais como solos, rios e mares. O avanço e crescimento industrial no mundo é uma das principais causas da poluição excessiva e liberação de resíduos químicos.

Devido estudos na área da Química é possível realizar remoção de poluentes por diversos processos e o desenvolvimento de técnicas e materiais é abordado neste volume, que trata de processos como adsorção para retirada de contaminantes da natureza. Além destes processos, este volume também trata de novos materiais para aplicação em substituição aos polímeros convencionais, como os biopolímeros, produzidos a partir de matérias-primas de fontes renováveis, ou seja, possuem um ciclo de vida mais curto comparado com fontes fósseis como o petróleo o qual leva milhares de anos para se formar.

Fatores ambientais e sócio-econômicos estão relacionados ao crescente interesse por novas estratégias que buscam alternativas aos produtos e processos convencionais. Neste enfoque, os trabalhos selecionados para este volume oportunizam reflexão e conhecimento na área da Química, abrangendo aspectos favoráveis para ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| PRODUÇÃO DE BIOPOLÍMEROS PELAS BACTÉRIAS GLUCONACETOBACTER HANSENI E KOMAGATAEIBACTER RHATICUS EM MEIOS CONTENDO HIDROLISADO DE ARROZ E MILHO | |
| <i>Karina Carvalho de Souza</i> | |
| <i>Gabriela Rodrigues dos Santos</i> | |
| <i>Grazielly Maria Didier de Vasconcelos</i> | |
| <i>Paulo Henrique Marrocos de Oliveira</i> | |
| <i>Yêda Medeiros Bastos de Almeida</i> | |
| <i>Felipe Cunha da Silva Trindade</i> | |
| <i>Glória Maria Vinhas</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.2211924061 | |
| CAPÍTULO 2 | 7 |
| CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE ÓRTESE SUROPODÁLICA DE MEMBRO INFERIOR PRODUZIDO COM POLICLORETO DE VINILA (PVC) | |
| <i>Heloisa Barbara Rozario Azevedo</i> | |
| <i>Fabiane De Oliveira Santana</i> | |
| <i>Paula Hortência Santos Magalhães</i> | |
| <i>Maria Karoline Silva Souza</i> | |
| <i>Caio Cezar Neves Kunrath</i> | |
| <i>Menilde Araújo Silva Bião</i> | |
| <i>Franco Dani Rico Amado</i> | |
| <i>Bruno Souza Fernandes</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.2211924062 | |
| CAPÍTULO 3 | 12 |
| OBTENÇÃO DE REVESTIMENTOS DE DCPD COM INCORPORAÇÃO DO COPOLÍMERO F-127 PELO MÉTODO DE DEPOSIÇÃO ELETROQUÍMICA | |
| <i>Pablo Eduardo Costa dos Santos</i> | |
| <i>Cristiane Xavier Resende</i> | |
| <i>Zaine Teixeira Camargo</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.2211924063 | |
| CAPÍTULO 4 | 19 |
| CARBOXIMETILCELULOSE-G-OLIGO(ÓXIDO DE ETILENO-CO-ÓXIDO DE PROPILENO): EFEITO DA PORCENTAGEM DE ENXERTIA NAS PROPRIEDADES EM MEIO AQUOSO SALINO | |
| <i>Nívia do Nascimento Marques</i> | |
| <i>Rosângela de Carvalho Balaban</i> | |
| <i>Sami Halila</i> | |
| <i>Redouane Borsali</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.2211924064 | |
| CAPÍTULO 5 | 32 |
| PROPRIEDADES MECÂNICAS, TERMOMECÂNICAS, REOMETRIA DE TORQUE E MORFOLOGIA DE BLENDS PS/PP/PP RECICLADO COMPATIBILIZADAS COM O COPOLÍMERO SEBS | |
| <i>Carlos Bruno Barreto Luna</i> | |
| <i>Eduardo da Silva Barbosa Ferreira</i> | |

*Danilo Diniz Siqueira
Edcleide Maria Araújo
Elieber Barros Bezerra*

DOI 10.22533/at.ed.2211924065

CAPÍTULO 6 50

SÍNTESE E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE HPAM TERMORRESPONSIVA

*Bruna Luiza Batista de Lima
Nívia do Nascimento Marques
Marcos Antonio Villetti
Rosângela de Carvalho Balaban*

DOI 10.22533/at.ed.2211924066

CAPÍTULO 7 58

FILME DE POLICAPROLACTONA REFORÇADOS POR MICROFIBRILAS DE CELULOSE DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea Mart.*)

*Rachel Margalho Barreira Valentim
Izael Pinho dos Santos
Victor Soares Pereira
Carmen Gilda Barroso Tavares Dias
Marcos Allan Leite dos Reis*

DOI 10.22533/at.ed.2211924067

CAPÍTULO 8 64

AVALIAÇÃO DA BIODEGRADABILIDADE DE FILMES DE AMIDO REFORÇADOS COM NANOCRISTAIS DE CELULOSE DA FIBRA DE COCO VERDE

*Ingrid Lessa Leal
Yasmin Carolino da Silva Rosa
Josiane Dantas Viana Barbosa
Janice Izabel Druzian
Bruna Aparecida Souza Machado*

DOI 10.22533/at.ed.2211924068

CAPÍTULO 9 74

CARACTERIZAÇÃO DE NANOCRISTAIS DE CELULOSE DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA E APLICAÇÃO EM FILMES DE AMIDO E QUITOSANA

*Marina R. d Andrade
Taynã Isis de S. Santana
Bruna A. S. Machado*

DOI 10.22533/at.ed.2211924069

CAPÍTULO 10 79

EFFECT OF BIOSURFACTANTS IN PATHOGENIC BACTERIA ADHESION ON THE SURFACE OF FLEXIBLE FILMS

*Michel Zampieri Fidelis
Heitor Suyama
Eduardo Abreu
Denise Milleo Almeida
Giane Gonçalves Lenzi*

DOI 10.22533/at.ed.22119240610

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 11 | 93 |
| UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE NA ADSORÇÃO DE GASOLINA PRESENTE EM CORPOS AQUATICOS: ESTUDO EM LEITO DIFERENCIAL | |
| <i>Fernanda Vieira Amorim</i> | |
| <i>Márcia Ramos Luiz</i> | |
| <i>Ewellyn Silva Souza</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.22119240611 | |
| CAPÍTULO 12 | 105 |
| ESTUDO DA ADSORÇÃO DE COBRE EM LODO RECUPERADO DA CLARIFICAÇÃO DE ÁGUA DE AÇUDE POR ELETROCOAGULAÇÃO/FLOTAÇÃO | |
| <i>Fábio Erlan Feitosa Maia</i> | |
| <i>Ronaldo Ferreira do Nascimento</i> | |
| <i>Eliezer Fares Abdala Neto</i> | |
| <i>Jefferson Pereira Ribeiro</i> | |
| <i>Ari Clecius Alves de Lima</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.22119240612 | |
| CAPÍTULO 13 | 117 |
| ADSORÇÃO DE CO ₂ EM MATERIAL MEOSPOROSO DO TIPO SBA-16 FUNCIONALIZADO | |
| <i>Táisa Cristine de Moura Dantas</i> | |
| <i>Eloy Sanz-Pérez</i> | |
| <i>Raul Sanz</i> | |
| <i>Amaya Arencibia</i> | |
| <i>Guillermo Calleja</i> | |
| <i>Ana Paula de Melo Alves Guedes</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.22119240613 | |
| CAPÍTULO 14 | 132 |
| CINÉTICA DE ADSORÇÃO DE FURFURAL PELO ADSORVENTE ARGILA BENTONITA | |
| <i>Riann Queiroz Nóbrega</i> | |
| <i>Ana Cláudia Rodrigues De Barros</i> | |
| <i>Lorena Lucena De Medeiros</i> | |
| <i>Flávio Luiz Honorato Da Silva</i> | |
| <i>Joelma Moraes Ferreira</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.22119240614 | |
| CAPÍTULO 15 | 140 |
| AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ADSORTIVA DE ARGILA ORGANOFÍLICA ATRAVÉS DE PLANEJAMENTO FATORIAL | |
| <i>Paulo Henrique Almeida Da Hora</i> | |
| <i>Líszandra Fernanda Araújo Campos</i> | |
| <i>Antonio Cícero De Sousa</i> | |
| <i>Gesivaldo Jesus Alves De Figueiredo</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.22119240615 | |

CAPÍTULO 16 147

CINÉTICA E MODELAGEM DA CAPTURA DE CO₂ POR MEIO DA REAÇÃO DE CARBONATAÇÃO DO ORTOSILICATO DE LÍTIO

Suélen Maria de Amorim
Michele Di Domenico
Tirzhá Lins Porto Dantas
Humberto Jorge José
Regina de Fatima Peralta Muniz Moreira

DOI 10.22533/at.ed.22119240616

CAPÍTULO 17 157

MODIFICAÇÃO TÉRMICA DA ARGILA BRASGEL VISANDO SUA UTILIZAÇÃO NA REMOÇÃO DE NÍQUEL EM SISTEMA DE BANHO FINITO

Joseane Damasceno Mota
Rochelia Silva Souza Cunha
Patrícia Noemia Mota De Vasconcelos
Meiry Glaucia Freire Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.22119240617

CAPÍTULO 18 166

REMOÇÃO DO CORANTE DIRECT BLACK 22 ATRAVÉS DE ADSORÇÃO

Déborah Fernanda Mamedes da Silva
Deivid Sousa de Figueiroa

DOI 10.22533/at.ed.22119240618

CAPÍTULO 19 177

INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DE SAIS NA ADSORÇÃO DO CORANTE VERMELHO PROCION UTILIZANDO ALUMINA ATIVADA

Nathália Favarin da Silva
Enrique Chaves Peres
Guilherme Luiz Dotto

DOI 10.22533/at.ed.22119240619

CAPÍTULO 20 186

ADSORÇÃO DE ÍNDIGO CARMINE UTILIZANDO MICROESFERAS DE ALGINATO (AL) E QUITOSANA (QT) PURAS E DOPADAS COM NÍQUEL E FERRO.

Ana Clara Correia Queiroz da Silva
Francisco Mateus Gomes do Nascimento
Francisco Renan Lima Amorim
Guilherme Augusto Magalhães Júnior
Cícero Pessoa de Moura
Rafael Ribeiro Portela
Mayara Sousa de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.22119240620

CAPÍTULO 21 195

SÍNTESE E APLICAÇÃO DE PENEIRA MOLECULAR ORGANOFÍLICA NA REMOÇÃO DE ÍONS CR(III)

Paulo Henrique Almeida da Hora
Lizandra Fernanda Araújo Campos
Antonio Cícero de Sousa

CAPÍTULO 22 202

BIOSSORÇÃO DE ÍONS CR(VI) EM SOLUÇÃO AQUOSA EMPREGANDO CASCA DE BANANA NANICA

Giovani Santana Silva

Ângelo Capri Neto

Maria da Rosa Capri

DOI 10.22533/at.ed.22119240622

CAPÍTULO 23 215

REMOÇÃO DE CROMO HEXAVALENTE PRESENTE EM SOLUÇÕES SINTÉTICAS DILUÍDAS EMPREGANDO CARVÃO ATIVADO COMERCIAL E CARVÃO VEGETAL PRODUZIDO A PARTIR DA CASCA DE ARROZ

Lúcia Allebrandt da Silva Ries

Joyce Helena da Silveira

DOI 10.22533/at.ed.22119240623

CAPÍTULO 24 227

MANAGEMENT AND CLASSIFICATION OF PHYSICO-CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS OF GROUNDWATER

Sharise Beatriz Roberto

Jomar Berton Junior

Rúbia Michele Suzuki

Elton Guntendorfer Bonafé

Makoto Matsushita

Edmilson Antonio Canesin

DOI 10.22533/at.ed.22119240624

CAPÍTULO 25 242

HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMINARES PARA REMOÇÃO DE POLUENTES AQUOSOS

María Magdalena Costanzo

Rocio Belén Garate

Nora Alejandra Comelli

Nora Andrea Merino

DOI 10.22533/at.ed.22119240625

CAPÍTULO 26 253

EFEITO DO MÉTODO DE SÍNTESE NAS PROPRIEDADES DO ÓXIDO DE CÉRIO, DESTINADO A FOTOCATÁLISE

Kimberly Paim Abeta

Marie Lídio dos Santos Galvão Ribeiro

Larissa Soares Lima

Leila Maria Aguilera Campos

Sirlene Barbosa Lima

Maria Luiza Andrade da Silva

DOI 10.22533/at.ed.22119240626

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 27 | 267 |
| PRINCÍPIOS BÁSICOS DA ESTIMATIVA DE INCERTEZA APLICADOS À MEDIÇÃO DE GRANDEZAS QUÍMICAS | |
| <i>Cassiano Lino dos Santos Costa</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.22119240627 | |
| CAPÍTULO 28 | 282 |
| O USO DE REDES SOCIAIS E TECNOLOGIA MÓVEL COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO POR PROFESSORES DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA (EAD) | |
| <i>Eziel Cardoso da Silva</i> | |
| <i>Antonio Zilverlan Geermano Matos</i> | |
| <i>Marco Aurélio da Silva Coutinho</i> | |
| <i>Antônio Araújo Rodrigues</i> | |
| <i>Francisco Dhiêgo Silveira Figueirêdo</i> | |
| <i>Davi da Silva</i> | |
| <i>Dihêgo Henrique Lima Damacena</i> | |
| <i>Francisco Maycon Soares</i> | |
| <i>Juciane Maria de Sousa dos Santos</i> | |
| <i>Jose Adriano Cavalcante Alencar</i> | |
| <i>Enivaldo Pereira dos Santos</i> | |
| <i>Julianna de Sousa Santos</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.22119240628 | |
| SOBRE A ORGANIZADORA | 292 |

CARACTERIZAÇÃO DE NANOCRISTAIS DE CELULOSE DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA E APLICAÇÃO EM FILMES DE AMIDO E QUITOSANA

Marina R. d Andrade

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC,
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial,
Departamento de Alimentos e Biotecnologia,
Salvador – BA, 41650-010, mareisandrade@
gmail.com, tayisis.santana@gmail.com, brunam@
fiieb.org.br

Tayná Isis de S. Santana

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC,
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial,
Departamento de Alimentos e Biotecnologia,
Salvador – BA, 41650-010, mareisandrade@
gmail.com, tayisis.santana@gmail.com, brunam@
fiieb.org.br

Bruna A. S. Machado

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC,
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial,
Departamento de Alimentos e Biotecnologia,
Salvador – BA, 41650-010, mareisandrade@
gmail.com, tayisis.santana@gmail.com, brunam@
fiieb.org.br

RESUMO: A elevada disponibilidade das fibras vegetais somada à necessidade de uma fonte renovável para a produção de polímeros abre uma grande oportunidade para avanços tecnológicos que agreguem valor aos produtos da agroindústria. Foram desenvolvidos biofilmes com matrizes poliméricas de quitosana e amido de batata, plastificados com glicerol e reforçados com solução de nanowhiskers do

sabugo e palha de milho para aplicação como embalagens. A matriz de amido apresentou alta rigidez, comportamento inadequado para aplicação em filmes flexíveis, e a solução concentrada de nanocristais do sabugo apresentou ótimos resultados quando utilizada como reforço na matriz de quitosana.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, em virtude do impacto ambiental, tem crescido o interesse em substituir os polímeros sintéticos - hoje muito utilizados como material de embalagem – por materiais biodegradáveis. As fibras lignocelulósicas são excelentes matérias-primas para a química de polímeros e compósitos, o que pode ser comprovado pelo elevado número de patentes nacionais e internacionais e de produtos já comercializados. Diante da necessidade em melhorar a qualidade do meio ambiente, aliado ao acúmulo de lixo não biodegradável, tem aumentado as pesquisas em todo o mundo no sentido de incrementar e desenvolver embalagens biodegradáveis provindas de fontes renováveis [1].

Filmes formados por polissacarídeos proporcionam eficientes barreiras contra óleos e lipídios, mas suas propriedades, como barreira para a umidade, são pobres. A quitosana, que

é um polissacarídeo natural derivado da quitina (extraída da carapaça de crustáceos) tem despertado muito interesse para seu uso com filme para embalagens, possuindo a capacidade de formar filmes flexíveis e resistentes, com barreira eficiente a oxigênio e atividade antimicrobiana [2]. O amido é o polissacarídeo de reserva dos vegetais e está armazenado sob a forma de grânulos, que apresentam um certo grau de organização molecular, o que confere aos mesmos um caráter parcialmente cristalino, ou semicristalino, com graus de cristalinidade que variam de 20 a 45%. A aplicação do amido na produção de filmes se baseia nas propriedades químicas, físicas e funcionais da amilose para formar géis e na sua capacidade para formar filmes [3].

O recente interesse na utilização de partículas nanométricas rígidas como materiais de reforço em matrizes poliméricas, compósitos ou nanocompósitos, tem aumentado. Nanocristais de celulose, também reportados na literatura como *whiskers*, nanofibras, cristalitos ou cristais de celulose, são os domínios cristalinos de fibras celulósicas isolados por meio de hidrólise ácida, e são assim chamados devido a suas características físicas de rigidez, de espessura e de comprimento. Os *whiskers* de celulose são regiões que crescem sob condições controladas, o que permite a formação de cristais individuais de alta pureza. Sua estrutura altamente ordenada pode conferir não somente alta resistência, mas também mudanças significativas em algumas propriedades importantes de materiais, tais como elétrica, óptica, magnética, ferromagnética, dielétrica e de condutividade [4].

Este trabalho tem como objetivo geral a preparação e caracterização de nanobiocompósitos obtidos a partir de fontes renováveis em concentrações apropriadas utilizando como matrizes o amido de batata e a quitosana, plastificados com glicerol e com baixos teores de nanocelulose obtida a partir de resíduos da agroindústria (casca e sabugo de milho), realizando as caracterizações tanto das fibras quanto dos biofilmes e a composição química parcial das fibras.

MATERIAIS E MÉTODOS

Extração de Lignina, Celulose e Hemicelulose das fibras vegetais in natura

Para extração dos compostos estruturais do sabugo de milho (SM) e palha de milho (PM), seguiu-se a metodologia apresentada no Manual do Usuário do Analisador de Fibras ANKOM. Já para obtenção da porcentagem de lignina, seguiu-se a metodologia para determinação de lignina detergente ácido em béquer. ANKOM Technology – 4/11.

Extração da celulose das fibras vegetais (palha e sabugo de milho)

A extração foi feita lavando por cerca de 4 vezes as fibras (60g) separadamente com NaOH à 2%, durante 4 horas, à 80°C sob agitação constante. Posteriormente, foi feito o branqueamento ou deslignificação da polpa obtida nas lavagens, utilizando solução tampão acetato e hipoclorito de sódio à 1,7% (agitação constante por 6 horas à 80°C). A polpa obtida foi seca em estufa sem circulação de ar (50°C), pesada, triturada e armazenada em placas de Petri à temperatura ambiente. Metodologia adaptada de

MACHADO *et al* (2014) [1].

Obtenção da nanocelulose das fibras vegetais (palha e sabugo de milho)

Os nanocristais de celulose foram obtidos por hidrólise ácida com H_2SO_4 à 45%, seguindo a proporção de 1:9 (polpa de celulose/ácido) sob agitação constante por 30 minutos, entre 50 e 55°C. As amostras hidrolisadas foram submetidas a banho de gelo até atingir 20°C, avolumadas com água destilada e transferidas (40mL) para tubos de Falcon para posterior centrifugação (Centrifuga Refrigerada – Sigma) e separação do sobrenadante, cujo qual foi transferido para “saquinhos” de membrana de celulose e posto em diálise até atingir pH neutro. Metodologia adaptada de COSTA (2013) [5].

Obtenção da concentração de nanowhiskers em 10mL de solução

A concentração de nanowhiskers no sobrenadante é feita após a diálise, com o auxílio de um béquer devidamente tarado (colocado dentro da estufa por 24h), inserindo 10 ml de sobrenadante, pondo na estufa até secagem total do mesmo e pesando novamente para obter a quantidade de massa final na concentração de cristais.

Desenvolvimento dos Nanobiocompósitos

Os nanobiocompósitos de amido de batata foram preparados segundo a metodologia adaptada de MACHADO (2011) [6]. Já os nanbiocompósitos de quitosana foram preparados seguindo a metodologia adaptada de MACHADO *et al* (2014) [1].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A celulose é constituída por polímeros de hexoses (glicose) e a hemicelulose de polímeros de pentoses (xilose, entre outros) o que os torna atrativos para a extração dos monômeros de açúcares. Os resíduos do milho tem a seguinte composição parcial: a palha possui 37,6% de celulose, 34,5 % de hemicelulose e 12,6 % de lignina, já o sabugo é composto por 31,7% de celulose, 34,7% de hemicelulose e 20,3% de lignina (Vieira et al, 2014) [7]. A tabela 2 apresenta os valores determinados desta composição parcial mais os valores de fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN) do sabugo e palha trabalhados neste projeto.

| Fibra | FDA±dp | FDN±dp | Cel. ±dp | Hemic. ±dp | Lig. ±dp |
|-------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| SM | 27,64±0,68 | 57,53±1,14 | 52,99±1,79 | 29,72±0,69 | 4,56±1,84 |
| PM | 11,79±0,61 | 24,65±1,12 | 24,09±1,13 | 12,99±0,58 | 0,50±0,13 |

Tabela 1. Valores determinados de FDA, FDN, celulose, hemicelulose e lignina das fibras *in natura* (média±desvio padrão).

Os valores que se apresentaram exacerbadamente fora da média citada foram os de lignina, porém, isto pode ser explicado pelo processo de extração da mesma. As bolsas de filtro com as amostras passam pelos processos de extração de seus componentes em detergente neutro e ácido antes do processo de extração da lignina que é o material cujo qual dificulta o acesso à celulose. Os dois processos anteriores

são realizados para que, com base em cálculos, os valores de celulose e hemicelulose sejam obtidos, ou seja, uma parte da lignina acaba sendo removida.

A concentração de nanocristais (g/10ml) nos dá uma base se a solução de nanocelulose deve ou não ser mais concentrada para posterior utilização da mesma na fabricação dos filmes. Foram obtidos, para as soluções de sabugo e palha de milho, respectivamente, 0,072g/10mL e 0,050g/10mL. Machado (2011) [6] obteve da nanocelulose da fibra de coco uma concentração de 0,033 g/10 ml. A Tabela 3 apresenta a concentração de cada solução contendo os diferentes nanocristais.

O processo de obtenção da polpa de celulose e o rendimento final de polpa de cada fibra fortifica os resultados obtidos na análise de concentração da solução de nanocristais, obtendo cerca de 38,7% (lavando inicialmente 30g de fibra) de polpa de celulose seca do SM para 25,4% de polpa seca da palha de milho (lavando inicialmente com 60g de fibra). O rendimento final da polpa tem como interferência a concentração de celulose da fibra (a tabela 2 apresenta maior rendimento de celulose do sabugo se comparado com a palha), cuja qual está diretamente ligada a concentração final da solução de nanocristais.

Durante a fabricação do biofilme com matriz de amido de batata, surgiu o primeiro obstáculo na utilização desta matriz para embalagens biodegradáveis: a rigidez do material. A quantidade de glicerol (0,15g) inicialmente adotada para as duas matrizes não foi suficiente para plastificar de forma eficaz a matriz de amido, desta forma, fez-se necessário testes com diferentes quantidades de glicerol, sendo que 30g do plastificante foi a quantidade dita ideal para melhorar de forma mediana a matriz nesse sentido, já que quantidades acima tornaram o filme plástico demais, e provavelmente difícil de romper, porém mais úmido e com maior atividade de água interna na estrutura do filme. A matriz de quitosana, cuja qual já havia sido estudada anteriormente, apresentou ótima flexibilidade adotando a quantidade inicial de glicerol.

Outro quesito comparado durante a fabricação dos nanobiocompositos foi a quantidade de solução de nanocristais utilizada como reforço. Utilizou-se 5mL e 10mL, e os biofilmes reforçados com 10mL de nanocristais apresentaram melhora das propriedades de barreira, desta forma, é possível concluir que quanto maior a quantidade de solução incorporada, melhores são os resultados obtidos das caracterizações.

CONCLUSÕES

A matriz de amido de batata não se apresentou ideal para aplicação em embalagens flexíveis por conta da sua alta rigidez, tornando o filme muito fácil de quebrar mesmo após o ajuste da massa de glicerol ideal. A fibra de SM apresentou maior rendimento de celulose, maior rendimento final da polpa de celulose e maior concentração de nanocristais na solução, demonstrando que esta fibra é a melhor para ser aplicada no desenvolvimento de nanobiocompósitos.

Por fim, a obtenção dos nanocristais de celulose não deve estar apenas relacionada

com as condições utilizadas na hidrólise ácida, mas também ao processo de obtenção da celulose, como, as etapas de pré-tratamento da fibra, e também a origem desta celulose, ou seja, de qual fibra lignocelulósica ela foi extraída, necessitando, portanto, de mais estudos que comparem diferentes pré-tratamentos da mesma fibra (lavagens e branqueamento), sob as mesmas condições de hidrólise e a alteração na quantidade da solução de nanocristais incorporada nos filmes.

AGRADECIMENTOS

A FAPESB – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia pela aprovação do projeto e apoio financeiro a bolsa de pesquisa e a Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC pela infraestrutura disponibilizada.

REFERÊNCIAS

MACHADO, B. A. S. *et al.* Quím. Nova, v. 37, n. 8, 2014.

RIGO, L. N. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Ciências Agrárias, URI – Campus Erechim, 2006.

MALI, S. Cienc. Agrotec, v. 34, n. 6, p. 1522-1529, 2010.

SILVA, R. *et al.* Quím. Nova, v. 32, n. 3, 2009.

COSTA, S. S. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Bahia, 2013.

MACHADO, B. A. S. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Bahia, 2011.

VIEIRA, R. C. *et al.* Anais de Congresso. XX COBEQ. 2014.

SOBRE A ORGANIZADORA

Carmen Lúcia Voigt: Doutora em Química na área de Química Analítica e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Especialista em Química para a Educação Básica pela Universidade Estadual de Londrina. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Experiência há mais de 10 anos na área de Educação com ênfase em avaliação de matérias-primas, técnicas analíticas, ensino de ciências e química e gestão ambiental. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se uma atuação por resultado, como: supervisora de laboratórios na indústria de alimentos; professora de ensino médio; professora de ensino superior atuando em várias graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; palestrante; pesquisadora; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Autora de artigos científicos. Atuou em laboratório multiusuário com utilização de técnicas avançadas de caracterização e identificação de amostras para pesquisa e pós-graduação em instituição estadual.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-422-1

