

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 3

Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)



Alexandre Igor Azevedo Pereira
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares: Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias**
3

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)	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizador Alexandre Igor Azevedo Pereira. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-602-7 DOI 10.22533/at.ed.027190309 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Pereira, Alexandre Igor Azevedo. II. Série. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 3*” oferece uma importante fonte de conhecimento pluridisciplinar, com o selo de qualidade em publicação proveniente da Atena Editora. No seu terceiro volume, 18 capítulos dedicados às Ciências da Terra, Engenharias, Ciências Agrárias, Ciências Sociais, Educação e Tecnologia são explorados.

A utilização de abordagens e metodologias que possibilitem alcançar resultados decorrentes da participação de várias disciplinas, em diferentes níveis e formatos configura-se como premissa fundamental para o desenvolvimento do conhecimento moderno. A gênese do conceito de contemporaneidade nas ciências nada mais é (em grande medida) que o resultado de inúmeras e diversificadas formas de interação entre saberes, que geram um complexo sistema de relações interdisciplinares.

Nesse terceiro volume da obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 3*” oferecemos uma forma especial de aquisição de conhecimentos que permeiam diversas nuances envolvidas com percepção e estratégias de avaliação da saúde da família, manipulação tecnológica de materiais de origem vegetal, como a celulose, casca de banana, madeira de pinus, extratos de erva-mate e sementes de trigo, além de abordagens sobre resíduos sólidos, aterros sanitários, gêneros alimentícios manufaturados, antioxidantes, propriedades cerâmicas, argilas, ensino de ciências ambientais, responsabilidade social e sustentabilidade, drenagem urbana, recursos minerais, saúde pública, extensão universitária, geologia e mineração, qualidade de vida no trabalho e sua produtividade, aprendizagem sobre Mobile Learning, softwares educacionais e etc.

A perspectiva de aquisição amplificada de um conjunto de conhecimentos e ideias é relevante, pois possui potencial de promover uma relação mais harmônica entre o Ser Humano com a Natureza que o cerca. Essa amplificada tomada de decisão reflete um olhar com caráter de importância para o cotidiano da humanidade, pois abre possibilidades da sociedade tomar decisões e compreender as aplicações dos conhecimentos sobre a dinâmica natural, seja ela geológica, vegetal ou animal, na melhoria da qualidade de vida. Portanto, a formação de cidadãos críticos e responsáveis com relação à ocupação do seu espaço físico-natural e, dessa forma, utilização de seus diversos recursos, oriundos de diferentes fontes, cria mecanismos essenciais para minimizar negativos impactos ambientais das atividades econômicas tão necessárias atualmente e, de forma concomitante, busca providências para problemas já existentes de degradação ambiental e dilemas sociais, acarretando em inevitáveis avanços tecnológicos.

Finalmente, aguarda-se que o presente e-book, de publicação da Atena Editora, em seu segundo volume da obra “*Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias 3*”, represente a oferta de conhecimento para capacitação de mão-de-obra através da aquisição de conhecimentos técnico-científicos de

vanguarda praticados por diversas instituições brasileiras; instigando professores, pesquisadores, estudantes, profissionais (envolvidos direta e indiretamente) com um olhar interdisciplinar no tocante à resolução de problemas e dilemas atuais da sociedade.

Alexandre Igor Azevedo Pereira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AQUISIÇÃO DE TOLERÂNCIA AO DÉFICIT HÍDRICO DA GERMINAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE TRIGO MEDIANTE OSMOCONDICIONAMENTO DAS SEMENTES	
André Luiz Vianna De Paula Bianca Cristina Costa Gêa Bruno Pastori Arantes Henrique Miada Pedro Bento da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0271903091	
CAPÍTULO 2	11
ADAPTAÇÃO DO MÉTODO DE MERCERIZAÇÃO PARA EXTRAÇÃO DA CELULOSE DA CASCA DA BANANA PRATA (<i>M. SPP</i>)	
Suzan Xavier Lima Adriano de Souza Carolino Edgar Aparecido Sanches	
DOI 10.22533/at.ed.0271903092	
CAPÍTULO 3	20
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL CONSERVANTE DO EXTRATO ETANÓLICO DE ERVA-MATE APLICADO EM LINGUIÇA SUÍNA FRESCAL	
Elis Jennifer Jaeger Laissmann Cleide Borsoi	
DOI 10.22533/at.ed.0271903093	
CAPÍTULO 4	34
OS MOVIMENTOS DE RESPONSABILIDADE SOCIAL NO BRASIL E NO MUNDO	
Leonardo Petrilli Alessandra Rachid Mário Sacomano Neto Daniela Castro dos Reis Juliana Fernanda Monteiro de Souza Josilene Ferreira Mendes	
DOI 10.22533/at.ed.0271903094	
CAPÍTULO 5	47
A DETERIORAÇÃO AMBIENTAL E A CONEXÃO COM A SAÚDE	
Danyella Rodrigues de Almeida Aumeri Carlos Bampi Antônio Francisco Malheiros	
DOI 10.22533/at.ed.0271903095	
CAPÍTULO 6	52
AVALIAÇÃO DE DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ	
Cezar Augusto Moreira Thiago Orcelli Ueverton Henrique da Silva Pedroso	
DOI 10.22533/at.ed.0271903096	

CAPÍTULO 7 60

EDUCAÇÃO EM AMBIENTE E SAÚDE: UMA ABORDAGEM SOCIOEDUCATIVA

Danyella Rodrigues de Almeida
Aumeri Carlos Bampi
Antônio Francisco Malheiros

DOI 10.22533/at.ed.0271903097

CAPÍTULO 8 64

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE DIFERENTES TIPOS DE CONCRETOS FRENTE A PENETRAÇÃO DE CLORETOS LIVRES PELO MÉTODO DE MOHR (ASPERSÃO DE NITRATO DE PRATA)

Carlos Fernando Gomes do Nascimento
Clério Bezerra de França
Thaís Marques da Silva
Anne Caroline Melo da Silva
Maria Angélica Veiga da Silva
Lucas Rodrigues Cavalcanti
Gilmar Ilário da Silva
Cynthia Jordão de Oliveira Santos
Amanda de Moraes Alves Figueira
Ariela Rocha Cavalcanti
Eliana Cristina Barreto Monteiro
Ângelo Just da Costa e Silva

DOI 10.22533/at.ed.0271903098

CAPÍTULO 9 79

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE UMA ARGILA SINTÉTICA VISANDO APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA CERÂMICA

Rafael Henrique de Oliveira
Diogo Duarte dos Reis
Cícero Rafael Cena da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0271903099

CAPÍTULO 10 92

ESTUDO DO EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO REALIZADO COM LASER DE CO₂ EM AÇO 316 PREVIAMENTE REVESTIDO COM NICRALY APLICADO POR HVÓF

Renê Martins Volú
Silvelene Alessandra Silva Dyer
Claudio Luis dos Santos
Getúlio de Vasconcelos

DOI 10.22533/at.ed.02719030910

CAPÍTULO 11 100

QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO INFLUENCIANDO NA PRODUTIVIDADE DE TRABALHADORES DE CONSTRUÇÃO CIVIL- UM ESTUDO DE CASO

Andre Luis Martins de Souza
Renata Evangelista
Alexandre Null Bueno

DOI 10.22533/at.ed.02719030911

CAPÍTULO 12	116
X-RAY DIFFRACTION ON <i>PINUS</i> WOOD SAMPLES	
Tiago Hendrigo de Almeida	
Diego Henrique de Almeida	
Mauro Sardela	
Francisco Antonio Rocco Lahr	
DOI 10.22533/at.ed.02719030912	
CAPÍTULO 13	121
JOGO EDUCATIVO QUE AUXILIA NA COOPERAÇÃO PARA COMBATER O <i>Aedes aegypti</i>	
Laressa Fernanda Vilela Silveira	
Reane Franco Goulart	
Jullian Henrique Moreira	
DOI 10.22533/at.ed.02719030913	
CAPÍTULO 14	133
JOGO DA MINERAÇÃO: RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE GEOCIÊNCIAS	
Lucas Alves Correa	
Hayanne Lara de Moura Cananea	
Cibele Tunussi	
Carlos Henrique de Oliveira Severino Peters	
DOI 10.22533/at.ed.02719030914	
CAPÍTULO 15	140
PEDRA SOBRE PEDRA: CONSTRUINDO O CONHECIMENTO EM GEOCIÊNCIAS	
Elvo Fassbinder	
Amanda Rompava Lourenço	
Andressa Rizzi Kuzjman	
Fabrício Alves Mendes	
Heloísa Morasque Ligeski	
Jean Manoel Schott	
Joana Caroline de Freitas Rosin	
Liv Gabrielle Mengue Salerno Ferreira	
Luísa Schemes Martins Pinto	
Maiara Fabri Maneia	
Marcello Henrike Zanella	
Rafael Wozniak Lipka	
DOI 10.22533/at.ed.02719030915	
CAPÍTULO 16	149
UM ESTUDO SOBRE REQUISITOS FUNCIONAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM MÓVEL	
João Roberto Ursino da Cruz	
Ana Maria Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.02719030916	
CAPÍTULO 17	157
EMPRESAS SUSTENTÁVEIS NO BRASIL: UM OLHAR SOBRE AS CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DESSAS ORGANIZAÇÕES	
Leonardo Petrilli	

Alessandra Rachid
Mário Sacomano Neto
Daniela Castro dos Reis
Juliana Fernanda Monteiro de Souza
Denize Valéria Santos Baia
Joana Cláudia Zandonadi Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.02719030917

CAPÍTULO 18 168

**ESTUDOS DOS CUSTOS E PREJUÍZOS OCACIONADOS PELOS ALAGAMENTOS
NO BAIRRO INTERVENTORIA, SANTARÉM, PARÁ, BRASIL**

Andréa dos Santos Pantoja
Anderson Sales Budelon
Renildo Albuquerque Feijão
Brunna Lucena Cariello dos Reis

DOI 10.22533/at.ed.02719030918

CAPÍTULO 19 176

**MECANISMO DE CRISTALIZAÇÃO DA GAHNITA SINTÉTICA PARTINDO DE UM
PRECURSOR POLIMÉRICO**

Graciele Vieira Barbosa
Margarete Soares da Silva
Armando Cirilo de Souza
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.02719030919

SOBRE O ORGANIZADOR..... 189

ÍNDICE REMISSIVO 199

ADAPTAÇÃO DO MÉTODO DE MERCERIZAÇÃO PARA EXTRAÇÃO DA CELULOSE DA CASCA DA BANANA PRATA (*M. SPP*)

Suzan Xavier Lima

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Tecnologia, Manaus – Amazonas

Adriano de Souza Carolino

Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Física, Manaus – Amazonas

Edgar Aparecido Sanches

Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Física, Manaus – Amazonas

RESUMO: A casca de banana prata é um rejeito que gera em torno de 440 kg de resíduo por tonelada de banana colhida, considerando que o Brasil produz 7 toneladas anuais, este resíduo foi escolhido por sua abundante disponibilidade na região norte. Dos muitos métodos existentes para extrair a celulose, a modificação foi feita no método usualmente utilizado, a mercerização. Este trabalho diminui tanto a concentração dos reagentes como a quantidade de reagentes que causam danos ambientais, como ácidos fortes, por exemplo. Assim, a celulose foi extraída minimizando os danos que os reagentes comumente causam ao meio ambiente gerando efluentes de difícil tratamento. A caracterização da celulose extraída em relação aos seus principais componentes, foi feita de acordo com as normas da Associação Técnica da Indústria de Papel e Celulose (TAPPI). A casca da banana prata apresentou 23% de celulose,

e o método modificado de extração se mostrou eficiente, pois a lignina residual após a extração foi de 3%, este valor é semelhante aos métodos convencionais que se utilizam de ácidos fortes e várias etapas de branqueamento. Assim, esta pesquisa apresenta uma proposição para a recuperação de uma das principais biomassas da região norte, a casca da banana prata, que poderá, a médio ou longo prazo, ser uma alternativa viável para a obtenção de celulose por um método ambientalmente amigável.

PALAVRAS-CHAVE: Celulose. Mercerização. Casca da banana prata.

ADAPTATION OF THE MERCERIZATION METHOD FOR EXTRACTION OF SILVER BANANA'S CELLULOSE (*M. SPP*)

ABSTRACT: The silver banana peel is a reject that generates around 440 kg of reject per ton of banana harvested, considering that Brazil produces 7 tons annually, this waste was chosen because of its abundant availability in the northern region. Of the many existing methods for extracting the cellulose, a modification was made in the usually used method, the mercerization. This work decreases both the concentration of the reagents and the amount of reagents that cause environmental damage, such as strong acids for example. The characterization of the extracted pulp in relation to its main components was made in accordance

with the standards of the Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI). The silver banana peel presented 23% of cellulose, and the modified extraction method proved to be efficient, since the residual lignin after extraction was 3%, this value is similar to those obtained by the other methods. The research presents an alternative proposition for the recovery of one of the main biomasses of the northern region, silver banana peel, which may, in the medium or long term, be a viable alternative for the obtaining cellulose by a method of environmentally friendly extraction.

KEYWORDS: Pulp Mercerization. Banana peel silver.

1 | INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade frente à escassez de energia não renovável tem impulsionado as pesquisas para o aproveitamento de biomassa residual, com características e propriedades que ofereçam alternativas de aplicação em diferentes áreas, e com potencial de matéria prima para obtenção de novos produtos de maior valor agregado. O Brasil é o 7º produtor no ranque mundial de bananicultura, com produção anual em torno de 7 mil toneladas por ano (FAO, 2017), levando em consideração que a casca corresponde a 40 % do fruto (Tchobanoglous, 1993), e que, para cada tonelada colhida, são gerados 4 ton de resíduos lignocelulósicos e desses, 440 kg são de cascas. (Filho, 2011). É evidente que essa biomassa não tem uma destinação adequada devido ao seu grande volume.

A casca da banana é composta por 75 % de água e 25 % de material seco. Além de ser fonte de vitaminas A e C, potássio, cálcio, ferro, sódio, magnésio, zinco e cobre, ainda apresenta grupos funcionais como: celulose, lignina, pectina, ácidos orgânicos pequenos, proteínas etc (Cruz, 2009). Apesar dos esforços em desenvolver aplicações para os resíduos agroindustriais gerados pela bananicultura, ainda são poucos os trabalhos voltados para o aproveitamento da casca da banana e a celulose contida nela. Por ser uma fonte de biomassa volumosa, se torna importante investir em estudos para sua aplicação prática.

A celulose é um dos mais importantes componentes da parede celular das plantas, além de ser o polímero natural mais abundante da terra. A celulose foi descoberta pelo químico francês Anselme Payen em 1838. Ele determinou então sua fórmula molecular como $C_6H_{10}O_5$. Um ano após a descoberta, o termo celulose foi usado pela primeira vez em um trabalho de Payen (Payen, 1838).

Compreender a estrutura da celulose é essencial para controlar sua modificação e dar uma aplicação adequada. A unidade de repetição da celulose é a β -D-anidroglicopirranose que são unidas de forma covalente através de funções acetais entre o grupo equatorial do carbono C4 e o carbono C1, originando as ligações β -1,4-glicosídicas. A linearidade da estrutura molecular da celulose se dá pela ligação β -glicose em C1-O-C4 que geram as unidades de celobiose (Figura 1) (Klemm, 2005).

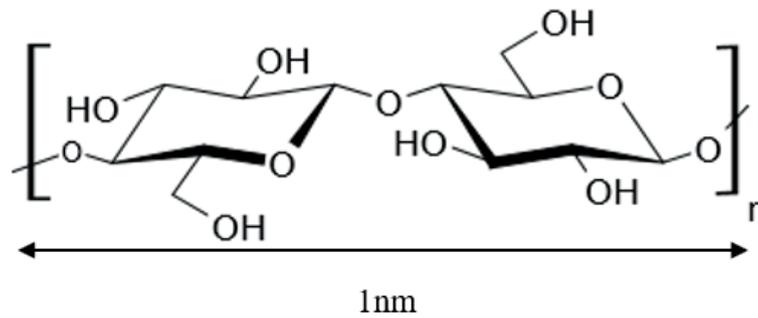


Figura 1: Estrutura da Celobiose $n = \left(\frac{GP-2}{2}\right)$

O comprimento médio da cadeia, ou grau de polimerização (GP), varia de várias centenas a dez mil, dependendo da origem celulósica, por exemplo, a celulose de algodão e a bacteriana possuem (GP) em torno de 800 a 10000, enquanto que a celulose da polpa de madeira tem um (GP) de 300 a 1700. Através do arranjo linear das unidades de glicose, os grupos hidroxila são distribuídos uniformemente, o que resulta em fortes interações de hidrogênio, que estabilizam seus arranjos cristalinos, tornando a celulose um polímero mais rígido. Assim, as propriedades físicas e a reatividade química da celulose não são apenas influenciadas pela constituição química, mas também pelo arranjo das cadeias moleculares na fibrila (Klemm, 2005; Solomons, 2002).

As fibrilas ou microfibrilas são constituídas por cadeias paralelas de celulose que são agrupadas em agregados de fibrilas incorporadas em uma matriz de lignina e hemicelulose (Figura 2 a). Apesar de comumente serem chamadas de microfibrilas, elas tem escala nanométrica (Hon, 2000), e constituem o menor agregado de cadeias de celulose, devido sua formação provir de arranjos de cristais de celulose separados por domínios de celulose paracristalina ou (domínios não cristalinos), que originam o componente celulósico das plantas (Zhao, 2007) conforme a Figura 2 b). As microfibrilas de celulose (MFC) têm um amplo potencial de aplicação na indústria, tanto como reforço em nanocompósitos devido suas propriedades como alta resistência e flexibilidade, quanto em outros campos industriais como alimentos, cosméticos, tintas, tecidos, papel e medicina (Siqueira, 2010).

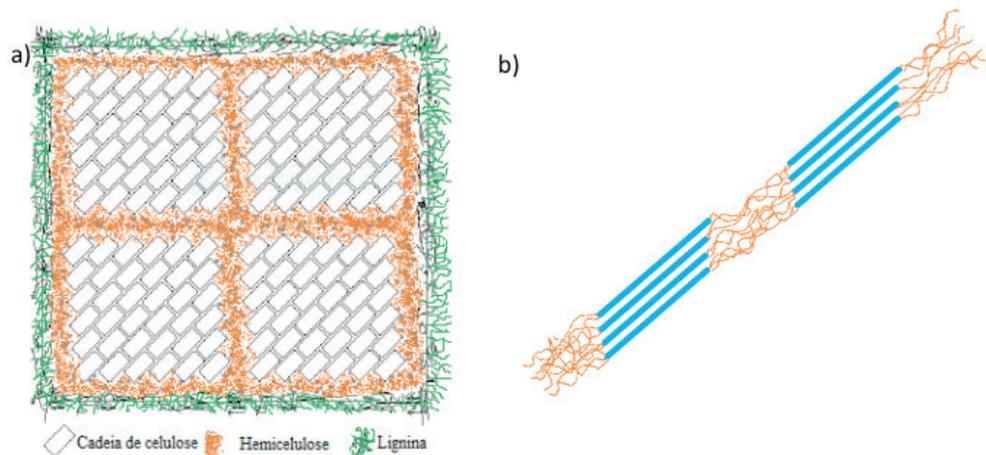


Figura 2:a) Esquema dos constituintes da fibra b) Cadeias de celulose com regiões cristalinas em azul e regiões não cristalinas em laranja.

As três hidroxilas livres presentes na unidade elementar da celulose conforme a Figura 1, são responsáveis pela característica hidrofílica da celulose, bem como pelas interações intra e intermoleculares, que influenciam diretamente nas propriedades da fibra e na característica singular da celulose, como sua natureza anfifílica, (Medronho, 2012;Lindman,2010) que atualmente tem sido muito discutida. Supõem-se que a direção equatorial de um anel de glicopirranose tem um caráter hidrofílico, porque todos os três grupos hidroxila estão localizados nas posições equatoriais do anel, enquanto que o caráter hidrofóbico é devido a direção axial do anel, porque os átomos de hidrogênio das ligações C – H estão localizados nas posições axiais do anel (Figura 3). Assim, as moléculas de celulose têm uma anisotropia estrutural intrínseca, onde nas partes mais planas é possível notar claras diferenças de polaridade (Biermann, 2001;Yamane, 2006). Espera-se que tal anisotropia estrutural influencie consideravelmente tanto as propriedades microscópicas quanto macroscópicas da celulose.

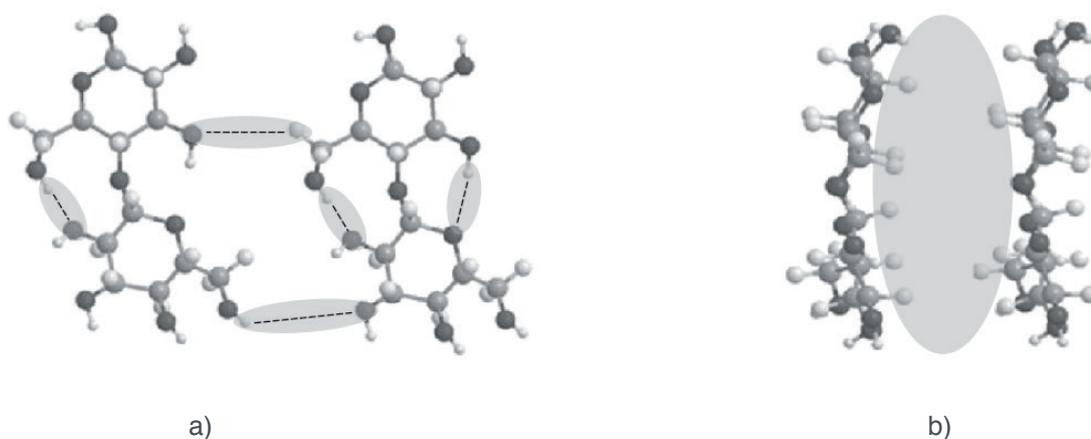


Figura 3: Representação hipotética a) das ligações entre os grupos hidroxilas na posição equatorial e b) átomos de hidrogênio das ligações C-H na posição do anel glicopirranósico.

Existem vários métodos de extração de celulose, no entanto, usar um

método de extração ecologicamente correto é de suma importância, pois o método amplamente utilizado no Brasil e no mundo é o método Kraft. Tal como acontece com a mercerização, este método utiliza ácidos fortes e várias etapas de tratamento no branqueamento. Embora elimine 90% da lignina (Zamora, 1997), causa vários efeitos negativos, gerando efluentes altamente alcalinos conhecidos como 'licor negro', que apresenta alta concentração de espécies fenólicas devido às diversas etapas do tratamento utilizando cloro, hipoclorito de sódio e NaOH. Além de gerar efluentes de difícil tratamento, o uso de ácidos fortes limita a aplicação de celulose, uma vez que sua aplicação depende de sua fonte e do método de extração utilizado (Bahat, 2018). Os fatores preocupantes causam toxicidade a vários organismos aquáticos e alta resistência à degradação natural que ocorre nos cursos de água (Payen, 1838).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

As bananas prata foram adquiridas no mercado municipal da cidade de Manaus, lavadas e descascadas. As cascas da banana prata (CBP) foram lavadas com água destilada (DW) por várias vezes para remover completamente o pó e outras impurezas solúveis. Depois disso, as cascas da banana limpas foram secas ao ar, cortadas em pequenos pedaços (1 cm²), e então passaram pelo processo de pré-tratamento para remover todos os materiais que não eram de interesse e tornar os polissacarídeos mais suscetíveis à hidrólise. O pré-tratamento consistiu em: i) lavar em água destilada quente (80 - 85 °C) por 1 h, 3 vezes; ii) lavado com uma mistura 1:2 (v/v) de acetona e etanol, num aparelho Soxhlet durante 1 h. O produto obtido foi filtrado a vácuo e seco em estufa a 60 °C por 24 h, após o que o material seco foi triturado em um triturador.

O material triturado foi embebido em hidróxido de sódio a 5 % w/w por 2h a 80 - 85 °C. Este processo foi repetido três vezes e depois lavado com água destilada até se tornar neutro; depois a amostra foi filtrada a vácuo. Para remover a lignina e/ou hemicelulose remanescente, 9 g da amostra foram branqueados com clorito de sódio, água destilada e ácido acético a 75 - 80 °C por 1 h, este processo foi repetido 3 vezes. O material obtido foi filtrado a vácuo e lavado com DW durante várias vezes até o líquido de lavagem ficar neutro. O método de extração foi baseado em projetos anteriores de Bahatnagar e Sain (Silva, 2003) e Zobel e McElvee (Bhatnagar, 2005) com algumas modificações, como o uso de concentração de reagentes e a remoção de ácido forte da metodologia.

Os principais compostos da casca da banana prata *in natura* (CBP), hemicelulose, lignina e celulose, foram mensurados de acordo com os padrões da Associação Técnica da Indústria de Papel e Celulose (TAPPI). A determinação do teor de lignina foi baseada no padrão TAPPI T222 om-88 (TAPPI, 1996; TAPPI SM, 1996) com uma mudança na utilização do agitador magnético à temperatura ambiente durante 3 horas, em vez de 24 horas à temperatura ambiente sem agitação. A determinação

do teor de celulose foi baseada na TAPPI 2000 (TAPPI, 2001; TAPPI SM, 1996) e na Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (BPPTA) ((Bracelpa, 1997). O teor de holocelulose (celulose + hemicelulose) foi determinado como descrito em TAPPI T19 om-54 (Anonymous,1978). Os valores médios foram obtidos de um mínimo de três amostras de cada material testado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Extração Química

Levando em consideração os fatores negativos do método de mercerização usual, o método de mercerização modificado proposto neste trabalho mostrou uma eficiência de 87 % em relação à extração de lignina, que é o componente difícil de ser completamente removido em relação à hemicelulose, por exemplo, sem o uso de tratamentos mecânicos e uso de ácidos fortes. Além da baixa concentração dos reagentes utilizados, o número de etapas e lavagens é muito menor do que o aplicado usualmente ao método Kraft (Zamora, 1997). Assim, essa modificação do método de mercerização mostrou-se eficaz na extração de celulose e, conseqüentemente, na remoção de grande parte da lignina presente na casca de banana prata.

A quantidade em porcentagem dos principais componentes da CBP é apresentada na Tabela 1. A amostra de CBP apresentou maior percentual de lignina (32%), uma porcentagem razoável de α -celulose (23%) e hemicelulose (10%) em relação ao trabalhos que estudaram outras variedades de casca de banana para sobremesa (Emaga, 2007; Tibolla, 2014; Aregheore, 2005; Bardiya, 1996; Mohapatra, 2010; Ketih,1973).

Componetes	Valor Médio (%)
α -celulose	23 \pm 0.01
hemicelulose	10 \pm 0.01
Total de lignina	32 \pm 0.07

Tabela 1: Principais componentes da casca da banana prata.

Os valores de celulose, hemicelulose observados no presente trabalho correlacionam-se com os dados relatados anteriormente (25, Aregheore, 2005, Palacios, 2017) e o total de lignina klason é mais elevado do que os relatados. Isso se deve ao fato de que durante a maturação há síntese enzimática que causa a degradação parcial da celulose em monossacarídeos (25, Bardiya, 1996). O alto valor de lignina presente no CBP *in natura* também pode ser atribuído à metodologia aplicada para determinação do teor de lignina, no caso deste trabalho foi aplicado o padrão TAPPI e nos demais trabalhos foram metodologias diferentes (Palacios, 2017). No entanto, a lignina remanescente na celulose extraída foi de 3 %. A presença de

lignina celulósica é comum, pois é difícil de remover completamente, isto é relatado por alguns autores [25, 26, Palacios, 2017; Yang, 2007].

3.2 Microscopia Eletrônica de Varredura

A Figura 4 (a) representa a imagem de MEV da casca de banana *in natura*. Diferentes morfologias são observadas, irregulares e compostas de superfícies rugosas que acomodam grânulos de diferentes tamanhos. Essas observações podem estar relacionadas aos diferentes constituintes do CBP *in natura*.

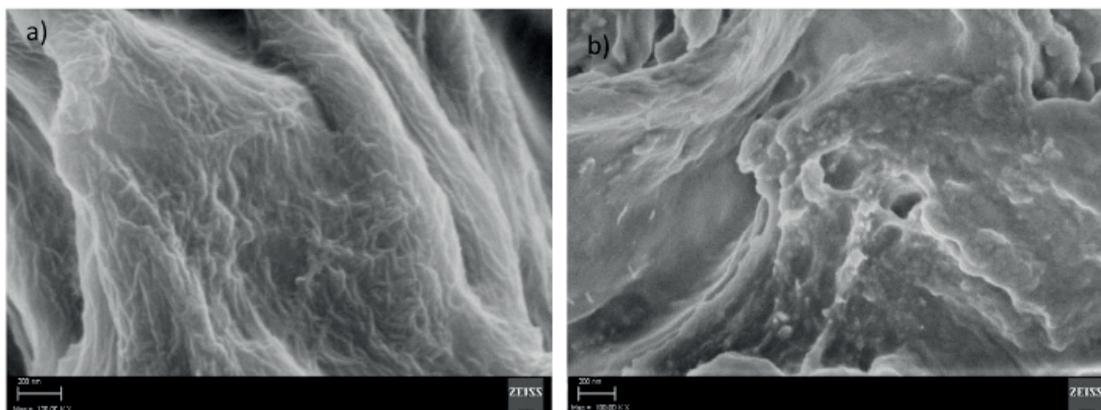


Figura 4: Imagens de MEV da a) celulose extraída. b) casca da banana prata *in natura*.

A figura 4 (b) mostra uma morfologia semelhante a um papel amassado. É possível verificar que o material é composto por nanofibras bem definidas e emaranhadas. O diâmetro da nanofibra da celulose extraída foi estimado através do programa ImageJ. O diâmetro médio foi estimado em 11,6 nm. Embora as fibras de celulose extraídas não tenham passado por um tratamento mecânico, o que causaria a dispersão das nanofibras, o diâmetro encontrado é citado na literatura como "microfibrilas", que apesar do nome tem nanoescala e portanto também são chamadas "nanofibrilas ou" nanofibras " (Siró, 2010) É importante notar que o tamanho do diâmetro depende da fonte lignocelulósica.

4 | CONCLUSÃO

A casca da banana prata provou ser uma fonte adequada de celulose devido à sua abundância na região norte do Brasil. Diferentemente do processo de mercerização convencional, o método utilizado neste trabalho não utilizou ácido clorídrico ou tratamento mecânico para obter celulose, além de utilizar uma baixa concentração de NaOH na extração, uma baixa proporção de reagente foi utilizada no estágio de branqueamento em relação ao quantidade de amostra, comparada àquela usualmente adotada na mercerização convencional, obtendo-se o mesmo teor de lignina residual de métodos convencionais de 3%. A morfologia da celulose extraída apresenta as nanofibrilas de celulose e lembra um papel amassado. Mesmo não

passando por tratamentos mecânicos, o diâmetro da nanofibrila está de acordo com a literatura, em média de 11,6 nm. Como consequência, a rota utilizada mostrou-se uma alternativa menos agressiva ao meio ambiente e a casca da banana prata pode ser uma alternativa de fonte de celulose. (Brigitte, 2005; Habibi, 2010; Jr, 1996)

REFERÊNCIAS

Anonymous, "TAPPI official testing procedure", **Technical association of the Pulp and Paper Industry**, Atlanta, Ga, USA, 1978.

Aregheore, E.M. *et al.* **Evaluation and utilization of noni (*Morinda citrifolia*) juice extract waste in complete diets of goats**. *Analysis*, 90(88.3):92–6, 2005.

Associação Brasileira de Celulose e Papel (Bracelpa). **Relatório Anual**, 1996. São Paulo, 13p. setembro 1997.

Bahat, A. H. *et al.* **Cellulose an ageless renewable green nanomaterial for medical applications: An overview of ionic liquids in extraction, separation and dissolution of cellulose**. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2018.

Bardiya, N. *et al.* **Biomethanation of banana peel and pineapple waste**. *Bioresource technology*, 58(1):73–76, 1996.

Bhatnagar, A and M Sain. **Processing of cellulose nanofiber-reinforced composites**. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 24(12):1259–1268, 2005.

Biermann, O. *et al.* **Hydrophilicity and lipophilicity of cellulose crystal surfaces**. *Angewandte Chemie International Edition*, 40(20):3822–3825, 2001.

Cruz M. **Utilização da casca de banana como biossorbente**. 67p. PhD thesis, Dissertação (Mestrado em Química), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

Emaga, T. H. *et al.* **Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels**. *Food chemistry*, 103(2):590–600, 2007.

FAO. **Trade and markets – banana facts and figures**-acessado em: 28/09/2017. Disponível em: <https://www.fao.org/economic/est-commodities/bananas/bananafacts/en/#.WwyeoEgvzIU>. Acesso em: 28 de Setembro, 2017.

Filho, L. C. G. **Utilização do pseudocaule de bananeira como substrato da fermentação alcoólica: avaliação de diferentes processos de despolimerização**. PhD thesis, Master Thesis, Universidade da Região de Joinville, Brazil, 2011.

Habibi, Y. *et al.* **Cellulose nanocrystals: chemistry, self-assembly, and applications**. *Chemical reviews*, 110(6):3479–3500, 2010.

Hon, D. N. S. and Shiraishi, N. **Wood and cellulosic chemistry**, revised, and expanded. CRC Press, 2000.

Jr, R. M. B., *et al.* **Cellulose biosynthesis in higher plants**. *Trends in plant science*, 1(5):149–156, 1996.

Ketiku, A. O. **Chemical composition of unripe (green) and ripe plantain (*Musa paradisiaca*)**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 24(6):703–707, 1973.

Klemm, D. and Heublein, B. **Hans-Peter Fink, and Andreas Bohn. Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material**. *Angewandte Chemie International Edition*, 44(22):3358–3393, 2005.

- Klemm, D. *et al.* **Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material.** *Angewandte Chemie International Edition*, 44(22):3358–3393, 2005.
- Lindman, B. *et al.* **On the mechanism of dissolution of cellulose.** *Journal of Molecular Liquids*, 156(1):76–81, 2010.
- Medronho, B. *et al.* **Rationalizing cellulose (in) solubility: reviewing basic physicochemical aspects and role of hydrophobic interactions.** *Cellulose*, 19(3):581–587, 2012.
- Mohapatra, D. *et al.* **Sutar. Banana and its by-product utilisation: an overview.** 2010.
- Palacios, S. *et al.* **Comparison of physicochemical pretreatments of banana peels for bioethanol production.** *Food Science and Biotechnology*, v. 26, n. 4, p. 993-1001, 2017.
- Payen, A. **Mémoire sur la composition du proper des plantes et du ligneux.** *Comptes Rendus*, v. 7, p. 1052 – 1056, 1838.
- Payen, A. **Mèmoire sur la composition du tissu propre des plantes et du ligneux.** *Comptes rendus*, 7:1052–1056, 1838.
- Silva, C. S. *et al.* **Avaliação econômica das perdas de banana no mercado varejista: um estudo de caso.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, pages 229–234, 2003.
- Siqueira, G. *et al.* **Dufresne. Cellulosic bionanocomposites: a review of preparation, properties and applications.** *Polymers*, 2(4):728–765, 2010.
- Siró, I. *et al.* **Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: a review.** *Cellulose*, 17(3):459–494, 2010.
- T Solomons and Graham, W. **Química orgânica**, volume 2, 7ª edição (2002). Editora LTC, Rio de Janeiro.
- TAPPI T 2000. **Cellulose content: 2002-2003 TAPPI Test Methods**, Tappi Press, Atlanta, GA, USA, 2001.
- TAPPI T 222 om-88. **Acid-Insoluble lignin in wood and Pulp in: 2002-2003 TAPPI Test Methods**, Tappi Press, Atlanta, GA, USA, 2002.
- TAPPI, SM. **Tappi standard Regulations and Style guidelines.** Atlanta, 1996.
- Tchobanoglous, G. *et al.* **Integrated solid waste management engineering principles and management issues.** Number 628 T3. 1993.
- Tibolla, H. *et al.* **Cellulose nanofibers produced from banana peel by chemical and enzymatic treatment.** *LWT Food Science and Technology*, 59(2):1311–1318, 2014.
- Yamane, C. *et al.* **Two different surface properties of regenerated cellulose due to structural anisotropy.** *Polymer journal*, 38(8):819, 2006.
- Yang, H. *et al.* **Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis.** *Fuel*, 86(12-13):1781– 1788, 2007.
- Zamora, P. P. *et al.* **Remediação de efluentes derivados da indústria de papel e celulose. tratamento biológico e fotocatalítico.** *Química Nova*, 20(2):186–190, 1997.
- Zhao, H. *et al.* **Studying cellulose fiber structure by sem, xrd, nmr and acid hydrolysis.** *Carbohydrate polymers*, 68(2):235–241, 2007.

SOBRE O ORGANIZADOR

Alexandre Igor Azevedo Pereira - é Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa. Professor desde 2010 no Instituto Federal Goiano e desde 2012 Gerente de Pesquisa no Campus Urutaí. Orientador nos Programas de Mestrado em Proteção de Plantas (Campus Urutaí) e Olericultura (Campus Morrinhos) ambos do IF Goiano. Alexandre Igor atuou em 2014 como professor visitante no John Abbott College e na McGill University em Montreal (Canadá) em projetos de Pesquisa Aplicada. Se comunica em Português, Inglês e Francês. Trabalhou no Ministério da Educação (Brasília) como assessor técnico dos Institutos Federais em ações envolvendo políticas públicas para capacitação de servidores federais brasileiros na Finlândia, Inglaterra, Alemanha e Canadá. Atualmente, desenvolve projetos de Pesquisa Básica e Aplicada com agroindústrias e propriedades agrícolas situadas no estado de Goiás nas áreas de Entomologia, Controle Biológico, Manejo Integrado de Pragas, Amostragem, Fitotecnia e Fitossanidade de plantas cultivadas no bioma Cerrado.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Antioxidante 20, 22, 23, 30, 31, 32, 33
Aprendizagem 5, 9, 122, 132, 148, 149, 150, 151, 154, 156
Argila 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89
Atenção primária 60, 63
Aterros sanitários 5, 52, 57, 59

C

Caracterização 11, 25, 32, 67, 79, 80, 81, 89, 106, 109, 110
Casca da banana prata 11, 15, 16, 17, 18
Celulose 5, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 163
Characterization 11, 79, 90, 116
Ciências ambientais 5, 60
Cloretos livres 64, 66, 76, 77
Comportamento térmico 79, 81
Condicionamento fisiológico 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10
Conscientização 52, 54, 58, 59, 133
Construção civil 100, 101, 102, 112, 113
Cooperativismo 121, 123
Corrosão 64, 65, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 93

D

Degradação 5, 15, 16, 30, 32, 47, 48, 50, 51, 61, 62, 63
Dengue 121, 122, 123, 125, 132
Difusão 23, 34, 39, 42, 43, 44, 92, 94, 95, 97, 98, 159, 162
Drenagem urbana 5, 168, 169, 172, 175

E

Educação 5, 49, 50, 60, 62, 63, 115, 121, 132, 134, 139, 140, 141, 142, 147, 148, 150, 151, 168, 170
Ensino 5, 38, 51, 55, 59, 60, 63, 78, 109, 112, 122, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 141, 142, 147, 148, 149, 150, 151, 152
Ensino fundamental 134, 135, 141, 142
Eritorbato 20, 24, 25, 27, 29, 30, 31
Extensão universitária 5, 134, 139, 141
Extrato etanólico de erva-mate 20, 23, 26, 27, 30, 31

G

Geociências 133, 134, 135, 137, 138, 139, 141, 142, 146, 147, 148
Geologia 5, 135, 140, 141, 142, 145, 147, 148

H

HVOF 8, 92, 93, 94, 95, 96, 97

I

Infraestrutura 48, 60, 163, 168, 169, 171, 175

Instituições 6, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 43, 44, 45, 105, 151, 152, 153, 163

J

Jogo educativo 121, 123, 124, 132

L

Laser CO2 92

M

Mercerização 11, 15, 16, 17

Mineração 5, 100, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 157, 163, 166

Mobile learning 149, 150, 156

N

Nitrato de prata 64, 66, 67, 70, 76, 77

O

OAM 149, 150, 153, 154, 155

P

Percepção 5, 47, 48, 49, 50, 51, 63, 100, 101, 107, 108, 110, 112, 122, 143

Pinus 5, 9, 116, 117, 118, 120

Produtividade 5, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114

Programas socioambientais 159, 165

Propriedades cerâmicas 5, 79

Q

Qualidade de vida no trabalho 5, 100, 102, 104, 105, 111, 112, 114

R

Reciclagem 52, 54, 55, 59

Recursos minerais 5, 133, 135, 136, 137, 138

Resíduos sólidos 5, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 168, 169, 173, 174

Responsabilidade social 5, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 101, 133, 139, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 165, 166

S

Santarém 168, 169, 170, 171, 175

Satisfação 100, 102, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114

Softwares educacionais 5, 149, 150, 155

Sustentabilidade 5, 12, 39, 41, 42, 44, 45, 46, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 175

T

TBC 92, 93, 99

Triticum aestivum 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10

V

Vigor 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10

W

Wood 18, 19, 116, 117, 118, 120

X

XRD 116, 117, 118, 120

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-602-7

