

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)



Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)



Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

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)**

M514 Meio ambiente: inovação com sustentabilidade 3 [recurso eletrônico]
 / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri
 Kawanishi, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa, PR: Atena
 Editora, 2020. – (Meio Ambiente. Inovação com
 Sustentabilidade; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-944-8

DOI 10.22533/at.ed.448202101

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio
 ambiente – Preservação. I. Pacheco, Juliana Rodrigues. II.

Kawanishi, Juliana Yuri. III. Pacheco, Mauricio Zadra. IV. Série.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

“Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3” é um trabalho que aborda, em 16 capítulos, valiosas discussões que se apropriam de todos os espectros científicos para retratar desde as aplicações práticas de inovação até os conceitos científico-tecnológicos que envolvem Meio-Ambiente e Sustentabilidade com uma linguagem ímpar.

A integração de conceitos e temas, perpassados nesta obra pela visão crítica e audaciosa dos autores, contribuem para um pensar elaborado e consistente destes temas, tão atuais e importantes para a sociedade contemporânea.

A fluidez dos textos envolve e contribui, tanto a pesquisadores e acadêmicos, como a leitores ávidos por conhecimento. A consistência do embasamento científico aliada ao trânsito simples e fácil entre os textos projetam um ambiente propício ao crescimento teórico e estrutural dentro do tema proposto.

Moradia, tecnologia, cidades inteligentes, agricultura e agroindústria são alguns dos temas abordados nesta obra que vem a ampliar as discussões teóricas, metodológicas e práticas neste e-book, de maneira concisa e abrangente, o que já é uma marca do comprometimento da Atena Editora, abrindo espaço a professores, pesquisadores e acadêmicos para a divulgação e exposição dos resultados de seus tão importantes trabalhos.

Juliana Thaisa R. Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Mauricio Zadra Pacheco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
APROPRIAÇÃO SOCIAL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA E CONTEXTO DE LEGITIMAÇÃO	
Joel Paese	
DOI 10.22533/at.ed.4482021011	
CAPÍTULO 2	12
ESTUDO PRELIMINAR PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM AEROGERADOR EÓLICO PARA O MUNICÍPIO DE PRESIDENTE KENNEDY NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL.	
Taís Eliane Marques	
York Castillo Santiago	
Osvaldo José Venturini	
Maria Luiza Grillo Renó	
Diego Mauricio Yepes Maya	
Nelson José Diaz Gautier	
DOI 10.22533/at.ed.4482021012	
CAPÍTULO 3	26
TELHADOS INTELIGENTES, CIDADES SUSTENTÁVEIS: POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCENTIVO À GERAÇÃO DE ENERGIA POR FONTE SOLAR FOTOVOLTAICA	
Igor Talarico da Silva Micheletti	
Danilo Hungaro Micheletti	
Natiele Cristina Friedrich	
Débora Hungaro Micheletti	
Sônia Maria Talarico de Souza	
Flavia Piccinin Paz Gubert	
Glauci Aline Hoffmann	
DOI 10.22533/at.ed.4482021013	
CAPÍTULO 4	37
UM ESTUDO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS COM ÓLEO DA MORINGA	
Iarly Vanderlei da Silveira	
Lêda Christiane de F. Lopes Lucena	
DOI 10.22533/at.ed.4482021014	
CAPÍTULO 5	50
O ENSINO DA SUSTENTABILIDADE NA FORMAÇÃO DO ADMINISTRADOR	
Jairo de Carvalho Guimarães	
Geovana de Sousa Lima	
Shauanda Stefhanny Leal Gadêlha Fontes	
DOI 10.22533/at.ed.4482021015	
CAPÍTULO 6	71
JARDINAGEM E ARTE NA ESCOLA DE FORMA SUSTENTÁVEL	
Dayane Rebhein de Oliveira	
Ilaine Rehbein	
Stela Antunes da Roza	
DOI 10.22533/at.ed.4482021016	

CAPÍTULO 7 81

PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA, SAÚDE, EDUCAÇÃO E CULTIVO DE HORTALIÇAS NA
ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA USF VITÓRIA RÉGIA - HORTA VITAL

Altacis Junior de Oliveira
Andressa Alves Cabreira dos Santos
Herena Naoco Chisaki Isobe
João Ricardo de Souza Dalmolin
Marcia Cruz de Souza Rocha
Monica Tiho Chisaki Isobe
Natalia Gentil Lima
Vinicius da Silva Assunção

DOI 10.22533/at.ed.4482021017

CAPÍTULO 8 87

OS IMPASSES DO USO DE HERBICIDAS SINTÉTICOS E AS POTENCIALIDADES DOS
BIOHERBICIDAS

Carlos Eduardo de Oliveira Roberto
Thammyres de Assis Alves
Josimar Aleixo da Silva
Rodrigo Monte Lorenzoni
Francisco Davi da Silva
Patrícia Fontes Pinheiro
Milene Miranda Praça Fontes
Tais Cristina Bastos Soares

DOI 10.22533/at.ed.4482021018

CAPÍTULO 9 98

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS GENOTÓXICOS COM UTILIZAÇÃO DOS TESTES DE MICRONÚCLEO E
ANORMALIDADE NUCLEAR EM SERRASALMUS BRANDTII (LÜTKEN, 1865) NO RESERVATÓRIO
DE ITAPARICA, SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Fátima Lúcia de Brito dos Santos
Márcia Cordeiro Torres
Angerlane da Costa Pinto

DOI 10.22533/at.ed.4482021019

CAPÍTULO 10 114

ANÁLISE DO DESEMPENHO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS EM LAGOAS
DE ESTABILIZAÇÃO – ESTUDO DE CASO DE UMA AGROINDÚSTRIA

José Roberto Rasi
Roberto Bernardo
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

DOI 10.22533/at.ed.44820210110

CAPÍTULO 11 124

ANÁLISE DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DA REGIÃO DE
LEIRIA, PORTUGAL

Gabriel Heiden de Moraes
José Luis Vera
Valentina Fernandes Domingues
Cristina Delerue-Matos
Daniel Felipe J. Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.44820210111

CAPÍTULO 12	135
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AMBIENTAIS PARA REMOÇÃO DE ÓLEO DE AMBIENTES AQUÁTICOS	
Elba Gomes Dos Santos Leal	
Caio Ramos Valverde	
Ricardo Guilherme Kuentzer	
DOI 10.22533/at.ed.44820210112	
CAPÍTULO 13	147
SÍNTESE HIDROTÉRMICA DE MAGHEMITA DE REJEITO DE LAVAGEM DE BAUXITA DA REGIÃO AMAZÔNICA	
Renata de Sousa Nascimento	
Bruno Apolo Miranda Figueira	
Oscar Jesus Choque Fernandez	
Marcondes Lima da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.44820210113	
CAPÍTULO 14	156
OS REJEITOS DE MN DA AMAZÔNIA COMO MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE NANOMATERIAL COM ESTRUTURA EM CAMADA	
Leidiane A. da Silva	
Cícero W. B. Brito	
Gricirene S. Correia	
Kauany F. Bastos	
Henrique Ismael Gomes	
Maria Heloiza dos S. Lemos	
Bruno A. M. Figueira	
DOI 10.22533/at.ed.44820210114	
CAPÍTULO 15	163
BIOCARVÃO NA AGRICULTURA	
Emmanoella Costa Guaraná Araujo	
Gabriel Mendes Santana	
Tarcila Rosa da Silva Lins	
Iací Dandara Santos Brasil	
Vinícius Costa Martins	
André Luís Berti	
Marks Melo Moura	
Guilherme Bronner Ternes	
Ernandes Macedo da Cunha Neto	
Letícia Siqueira Walter	
Ana Paula Dalla Corte	
Carlos Roberto Sanquetta	
DOI 10.22533/at.ed.44820210115	
CAPÍTULO 16	172
MOVIMENTOS DE MORADIA, AUTOGESTÃO E POLÍTICA HABITACIONAL NO BRASIL: ESTUDOS DE CASOS	
Camila Danubia Gonçalves de Carvalho	
Luiz Antonio Nigro Falcowski	
DOI 10.22533/at.ed.44820210116	
SOBRE OS ORGANIZADORES	188
ÍNDICE REMISSIVO	189

OS REJEITOS DE MN DA AMAZÔNIA COMO MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE NANOMATERIAL COM ESTRUTURA EM CAMADA

Data de aceite: 20/12/2019

Leidiane A. da Silva
Cícero W. B. Brito
Gricirene S. Correia
Kauany F. Bastos
Henrique Ismael Gomes
Maria Heloiza dos S. Lemos
Bruno A. M. Figueira

INTRODUÇÃO

Óxidos de Mn são compostos inorgânicos de grande relevância científica e tecnológica, sendo formado por mais de 30 fases minerais na natureza com estruturas em camada (similares aos argilominerais) e túneis (similares as zeólitas). Sua ocorrência se dá em diversos ambientes tais como depósitos minerais de Mn, sedimentos, nódulos do fundo oceânico e solos (CHING et al., 1997, Post, 1999). No caso dos óxidos com estrutura em camada, sua importância tecnológica se destaca em áreas estratégicas como baterias, pilhas, trocadores iônicos, adsorventes e catalisadores.

No Brasil esses óxidos de Mn são de grande importância em corpos de minério de alto valor econômico na região Amazônica em minas como Urucum no Mato Grosso do Sul

e Província mineral de Carajás (Pará), mais especificamente na mina do Azul. Durante o processo de beneficiamento do minério de Mn, um grande volume de rejeitos (COSTA et al., 2005).

No caso dos rejeitos da mina do azul, atualmente eles estão presentes em duas barragens a saber: Kalunga, desativada desde 1997 e a atual barragem azul (COSTA et al., 2005). De acordo com Figueira et al. (2013a e b), os rejeitos da mina Azul podem ser matéria prima para a produção de compostos lamelares de óxidos de Mn com estrutura birnessita.

Birnessita é um dos principais minerais de óxidos de manganês. Sua estrutura sintética é conhecida como OL-1 (octahedral layer) e é formado pelo compartilhamento de octaedros MnO_6 pelas arestas, tendo valência mista do estado de oxidação do manganês, com cátions e moléculas de água entre as camadas (CAI E SUIB, 2002). À distância interlamelar na birnessita é tipicamente de 7Å. Há muitas rotas para preparar a estrutura tipo birnessita, geralmente com a presença de cátions alcalinos e alcalinos terrosos entre as camadas. Dentre os vários métodos, pode-se destacar: hidrotermal (CHEN et al., 1996), refluxo (DEGUZMAN et al., 1994), sol-gel (CHING et al., 1997).

Neste trabalho, propõe-se a produção de

nanomaterial com estrutura em camada a partir de rejeitos de Mn da barragem do Kalunga através de processo de tratamento hidrotermal.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais de partida para obtenção da birnessita de Kalunga foram coletados manualmente em trabalhos de campo. Após a coleta, o rejeito foi lavado, seco a temperatura ambiente por um dia e pulverizado em moinhos de discos ou manualmente em grau de ágata.

Para obtenção da birnessita do Kalunga foi usado uma quantidade de rejeito de minério da bacia do Kalunga-PA em um béquer de 250 mL e adicionou 100mL de ácido clorídrico concentrado (HClconc), foi colocado em uma chapa a 90°C por 2h, filtrou e obteve a solução fonte de Mn^{2+} , descartando o precipitado.

O material lamelar de óxido de manganês do tipo de Na-birnessita (Na-bir-RK) foi preparado pelo método de precipitação com modificações descrito na literatura (FENG et al., 1998) com a solução fonte de Mn^{2+} e a adição de NaOH [5M] e [1M] H_2O_2 , seguida de repouso por 24 h, lavagem até atingir pH=7 e secagem em estufa. O tratamento hidrotermal foi submetido com solução de NaOH (5,5M) por 24 horas a 170°C para obter o material (FENG et al., 1998) usando reator e forno apresentado na Figura 1. O mesmo procedimento foi realizado para obtenção de K-birnessita (K-BIR-RBK), porém com o uso de KOH ao invés de NaOH.



Figura 1: Reator e forno para tratamento hidrotermal convencional. Fonte: Autora

Caracterização dos Sólidos Obtidos

Os difratogramas das birnessitas sódica e potássica foram obtidos pelo Difratorômetro X'Pert PRO (MPD PW 3040/60) da PANalytical, com geometria Theta/Theta e com um detector Pixel 1 D, radiação monocromática $K\alpha(\lambda = 1,540598 \text{ \AA})$ do

tubo de cobre. Os registros foram coletados no intervalo angular 10-70° (2θ) com um passo de 0,02° (2θ) e um tempo de contagem de 2s. Para a identificação das fases cristalinas utilizou-se o software HighScore Plus e a base de dados JCPDS-ICDD versão 2.4 para identificação de fases e medição da distância interplanar basal do material.

As características texturais das amostras foram avaliadas com o Microscópio Eletrônico de Transmissão, Jeol, modelo JEM-2100. Para execução desta análise, as amostras foram dispersas em álcool isopropílico e colocadas em um ultrassom durante 5 minutos para a dispersão das partículas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o padrão de raios-X dos rejeitos de Mn da barragem do Kalunga.

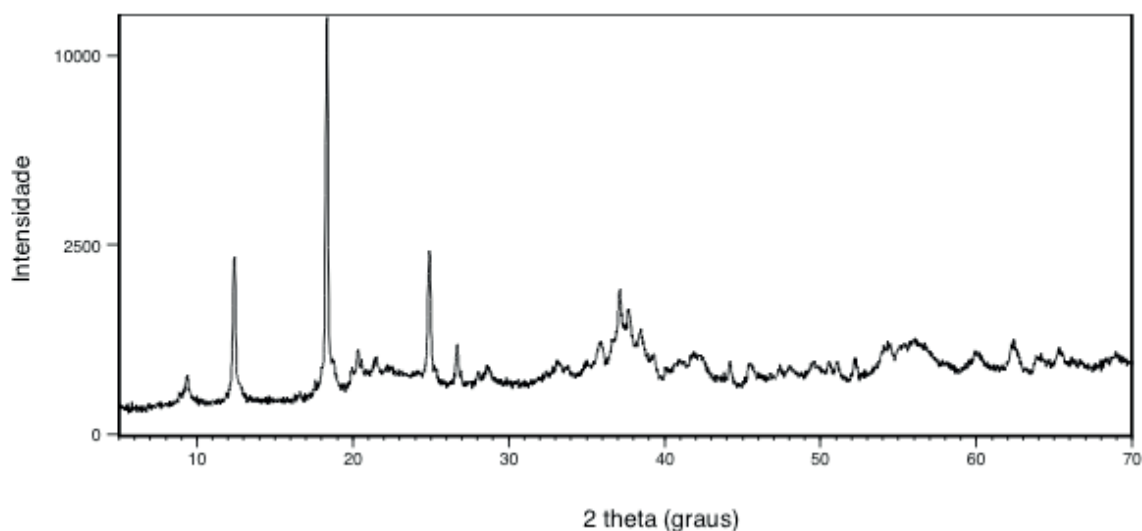


Figura 1: Padrão difratométrico da amostra de rejeitos de Mn do Kalunga.

Conforme pode ser observado, os rejeitos são caracterizados por picos próxima a 9 e 18 ° (2 theta), que correspondem aos minerais de Mn lithiophorita e todorokita. O pico em 12,5 e 25 ° (2 theta) são de minerais em folhas birnessita e do argilomineral caulinita (aluminossilicato). O pico em 22 ° (2 theta) corresponde a fase nsutita. A presença de mineral de alumínio, gibbisita, e de ferro hematita.

Os padrões de DRX das amostras Na-BIR-RBK e K-BIR-RBK são mostrados na Fig. 2.

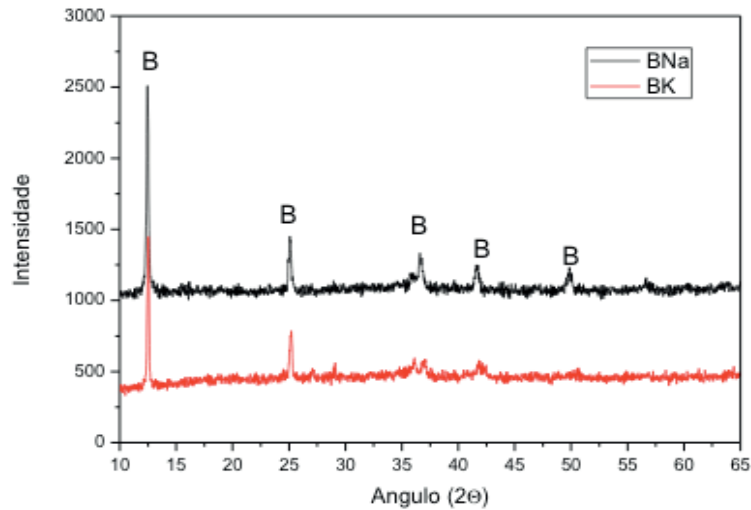


Figura 2: Padrão DRX das amostras Na-BIR-RBK e K-BIR-RBK a partir de rejeito de minério da bacia do Kalunga.

Os picos característicos de óxido de Mn com estrutura em camada foram identificados em ambas as amostras e estão em 12,5 e 25 ° (2 theta) (Kuma et al., 1994; Figueira, 2008; Feng, 1998). Estes picos são referentes aos planos basais (001) e (002) com distancia interlamelar de 7,14 Å (Na-BIR-RBK) e 7,08 Å (K-BIR-RBK). O tamanho de cristalito calculado pela equação de Scherrer foi em torno de 45 e 65 nm para as amostras Na-BIR-RBK e K-BIR-RBK, respectivamente. Os produtos apresentam boa cristalinidade com ausência de fases secundárias. As reflexões que identificam a obtenção da fase são observadas nos ângulos de acordo a Tabela 1. Tais valores foram extraídos a partir da ficha ICDD (código de referência: 00-043-1456).

Birnessita (PDF 43-1456)				BNa-RBK		BK-RBK		
h	k	l	d [Å]	I/I	d [Å]	I/I	d [Å]	I/I
0	0	1	7,14400	100,00	7,10473	100,00	7,06607	100,00
0	0	2	3,57200	27,00	3,55025	24,09	3,53877	29,90
2	0	0	2,51900	14,00	2,50188	2,06	-	-
1	1	-1	2,42900	13,0	2,45419	15,16	2,43191	7,61
1	1	-2	2,15400	7,0	2,16879	10,90	2,15055	4,28
1	1	-3	1,82310	4,0	1,82981	7,81	-	-
1	1	3	1,62880	2,0	1,63077	1,21	-	-

Tabela 1: Dados de difração de raios X das (Na e K)-birnessita PDF e BNa-RBK e BK-RBK.

A morfologia dos rejeitos e dos produtos lamelares obtidos pode ser observados na Figura 3.

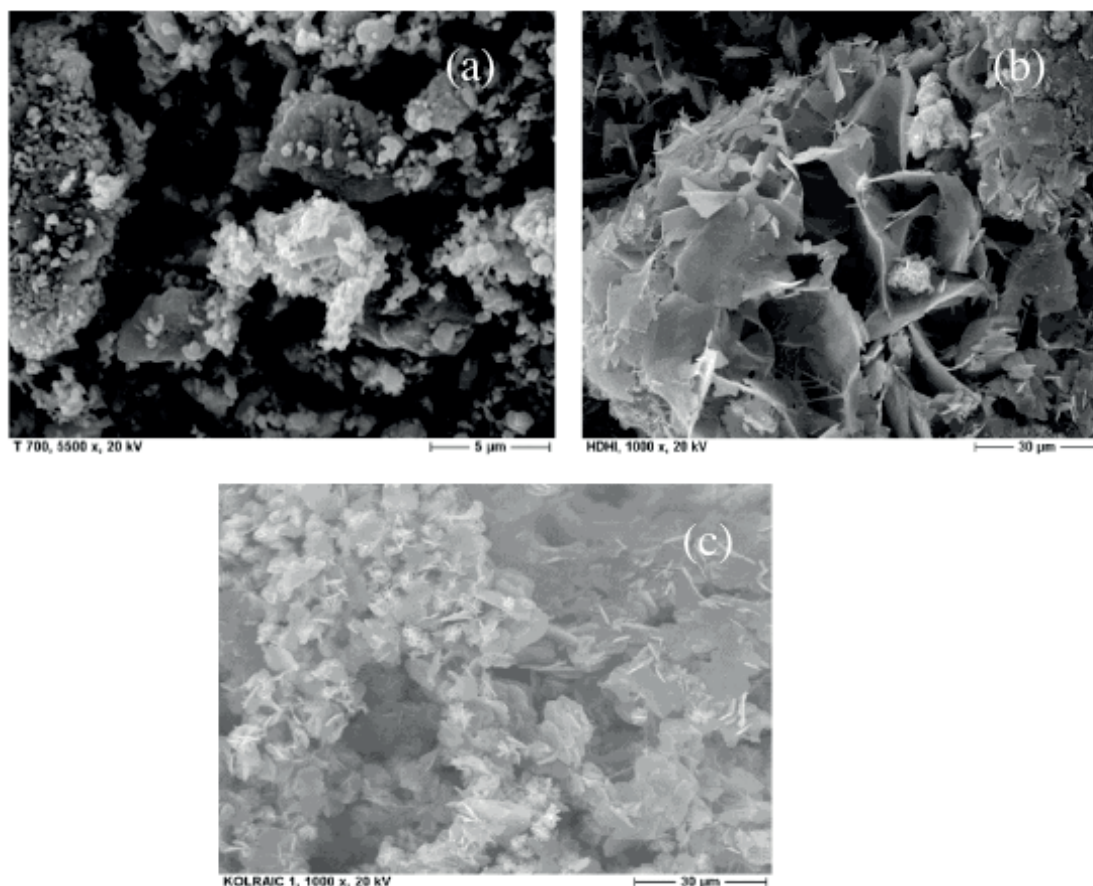


Figura 3: Fotomicrografias de microscopia eletrônica de varredura de (a) rejeitos de Mn; (b) BNa-RBK; (c) BK-RBK.

Em relação aos rejeitos (Figura 3a), uma morfologia em agregados dispersos aleatoriamente foi verificada, podendo ser relacionada a presença de várias fases minerais de óxidos de Mn, Al e Fe. Para as amostras contendo os produtos lamelares (Figura 3b e c), observou-se uma notável mudança de morfologia, que se mostrou em agregados bem definidos de folhas em média de 5 a 10 µm. Esta morfologia em folhas já é bem conhecida destes materiais obtidos de reagentes comerciais (Figueira et. al, 2008; Zhang et al., 2014; CUI et al, 2009).

Uma investigação por microscopia eletrônica de transmissão (MET) também foi realizada e os resultados mostrados na Figura 4.

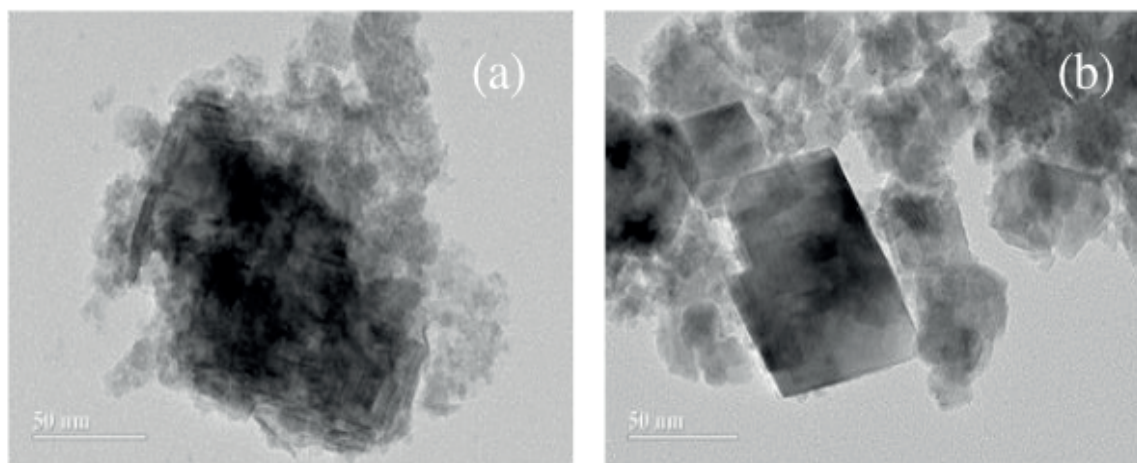


Figura 4: Fotomicrografias de microscopia eletrônica de transmissão (a) BNa-RBK e (b) BK-RBK.

Conforme se pode observar na Figura 4a, a amostra de birnessita sódica (BNa-RBK) se apresentou em forma de cristais lamelares sobrepostos com tamanho de cristal em torno de 40 nm, estando próximo do valor estimado pela equação de Scherrer. Para a birnessita potássica (BK-RBK), ficou bem nítida a presença de placas tabulares de tamanho de 50 nm, valor também próximo ao calculado para este material pela equação de Scherrer e estando de acordo com a literatura (Zhang et al., 2014; CUI et al, 2009).

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados descritos neste trabalho, pode-se propor que os rejeitos de Mn da antiga barragem do Kalunga formados por lithioforita, todorokita, birnessita, gibbisita e hematita podem ser uma interessante fonte de baixo custo para a produção de nanomateriais de óxidos de Mn com estrutura em camada através de processo hidrotermal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFMA – Universidade Federal do Maranhão, ao IFMA – Instituto Federal do Maranhão, a UFOPA- Universidade Federal Oeste do Pará e a FAPEMA - Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão pelo apoio financeiro. Os autores também agradecem o suporte financeiro do CNPQ (Universal n. 420169) e Capes (No. 88881.160695) e aos professor Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa (UFPA) e Romulo Angelica (UFPA) pelo suporte técnico.

REFERENCIAS

- CAI, J. SUIB, S. L. Preparation of layer structure birnessite by air oxidation: synthetic factors and framework dopant effects. **Inorganic Chemistry Communications**. V.4. p. 493-495, 2002.
- COSTA, M. L., FERNANDEZ, O. J. C., RIQUELME, M. E. R. O depósito de Manganês do azul, Carajás: estratigrafia, mineralogia, geoquímica e evolução geológica. Disponível em: www.adimb.com.br/site/publicacoes_amazonia/indice/Cap_V.pdf. Acessado: 20 de setembro de 2015.
- CUI, H., QIU, G., FENG, X., TAN, W., LIU, F. Birnessites with different average manganese oxidation states synthesized, characterized, and transformed to todorokite at atmospheric pressure. *Clays and Clay Minerals*, Vol. 57, No. 6, 715–724, 2009.
- CHEN, R., ZAVALIJ, P., WHITTINGHAM, M. S. Hydrothermal synthesis and characterization of $K_xMnO_2 \cdot yH_2O$. *Chem. Mater.* V. 8, p. 1275-1280, 1996.
- CHING, S., PETROVAY, D.J., JORGENSEN, M. T., SUIB, S. L. Sol-gel synthesis of layered birnessite-type manganese oxides. **Inorganic Chemistry** 36, 883-890, 1997.
- CORNELL, R. M.; GIOVANOLLI, R.; Transformation of hausmannite into birnessite in alkaline media, *Clay and Clay Minerals*, v. 36, p. 249, 1988.
- DEGUZMAN, R.N.; SHEN, Y.-F.; NETH, E.J.; SUIB, S.L.; O'YOUNG, C.-L.; LEVINE, S.; NEWSAM, J.M.; "Synthesis and Characterization of Octahedral Molecular Sieves (OMS-2) Having the Hollandite Structure", *Chem. Mater.*, v.6, p.815-821, 1994.
- FIGUEIRA, B. A. M., ANGELICA, R. S., da COSTA, M. L., PÖLLMANN, H., SCHENZEL, K. Conversion of different Brazilian Manganese Ores and Residues into K-birnessite. *Applied Clay Science*, v. 86, p. 54-58, 2013.
- FIGUEIRA, B. A. M.; ANGÉLICA, R. S. ; COSTA, M. L. ; PÖLLMANN, H ; MERCURY, J. M. R. Comportamento térmico e evolução das fases de óxidos de Mn com estrutura hollandita da região Amazônica. *Cerâmica (São Paulo. Impresso)*, v. 59, p. 78, 2013
- FENG, Q.; KANO, H.; OOI K. Manganese Oxide Porous Crystals. *J. Mater. Chem.*, v. 9, p. 319- 333, 1998.
- FIGUEIRA, B. A. M.; ANGÉLICA, R. S.; SCHELLER, T. Síntese e caracterização de óxido hidróxido de manganês do tipo manganita (γ -MnOOH). **Cerâmica**, Vol.54, p.193-197, 2008.
- KUMA, K.; USUI, A.; PALAWSKY, W.; GEDULIN, B. ; ARRHENIUS, G. "Crystal structure of synthetic 7 Å and 10 Å manganates substituted by mono- and divalent cations". **Miner. Mag.**, Vol. 58, p. 425-447, 1994.
- MA, Y.; LUO, J.; SUIB, S. L. Syntheses of birnessites using alcohols as reducing reagents: effects of synthesis parameters on the formation of birnessites. *Chem. Mat.*, v.11, p. 1972-1979, 1999.
- POST, J. E. Manganese oxide minerals: crystal structures and economic and. Environment significance. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, v. 96, p. 3447-3454, 1999.
- YANG, D. S.; WANG, M. K. Syntheses and characterization of well-crystallized birnessite. *Chem. Mat.*, v. 13, p. 2589-2594, 2001.
- ZHANG, X.; SUN, X.; ZHANG, H.; CHEN, L.; MA, Y.; Comparative performance of birnessite-type MnO_2 nanoplates and octahedral molecular sieve (OMS-5) nanobelts of manganese dioxides as electrode materials for supercapacitor application. *Electrochimica Acta*, Vol. 132, p. 315–322, 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Administração 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 61, 62, 63, 64, 66, 69, 70, 114, 175, 183, 188
Adsorção 135, 139, 140, 142, 144, 145, 146, 167
Aerogerador 12, 14, 17, 18, 20, 21, 23, 24
Agricultura 25, 88, 89, 90, 93, 96, 163, 169
Agroecologia 88
Agroquímicos 89, 99, 100, 101, 104, 111
Apropriação social da ciência 1, 8

B

Bauxita 147, 148, 149, 151, 154, 155
Biomarcadores 98, 99, 100, 102, 104, 111, 112, 113
Biomassa 36, 144, 163, 164, 166, 167

C

Cidades Sustentáveis 26, 27

E

Educação Ambiental 70, 71, 72, 73, 74, 79, 80
Efluente 114, 115, 118, 119, 121, 122, 123, 137, 139, 145
Energia eólica 12, 13, 14
Energia Solar Fotovoltaica 26, 27, 29, 30, 32, 34, 35
Estações de tratamento 114, 138, 139

G

GC-MS (Cromatógrafo Gasoso acoplado com Espectrômetro de Massa) 124, 125, 128, 133
Genotoxicidade 99, 100, 101

H

Habitação 172, 175, 177, 186
Hortaliças 81, 82, 83, 84, 85, 86

L

Lagoas de estabilização 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

M

Meio-ambiente 1, 2
Misturas asfálticas 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49

P

Pesticidas 96, 97, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 133

Petróleo 40, 47, 48, 49, 73, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 145, 146

Pirólise 164, 166, 167, 168

Planejamento Urbano 172, 188

Políticas Públicas 26, 27, 29, 30, 31, 32, 188

R

Rejeitos 147, 148, 149, 150, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Resíduos 64, 67, 81, 95, 96, 116, 117, 122, 135, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 148, 154, 165, 166

S

Sociedade 5, 6, 9, 13, 28, 31, 50, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 71, 72, 73, 79, 80, 83, 93, 147, 172, 175, 188

Solo 4, 72, 84, 91, 97, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 178

Sustentabilidade 12, 16, 26, 27, 32, 33, 37, 38, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 81, 87, 94, 98, 114, 122, 124, 135, 147, 156, 163, 172, 188, 191

T

Telhados Inteligentes 26, 27, 32

 **Atena**
Editora

2 0 2 0