

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

SÍNTESE HIDROTHERMAL DE MAGHEMITA DE REJEITO DE LAVAGEM DE BAUXITA DA REGIÃO AMAZÔNICA

Data de aceite: 20/12/2019

Renata de Sousa Nascimento

Universidade Federal do Oeste do Pará,
Programa de Pós-Graduação em Sociedade,
Ambiente e Qualidade de Vida, Santarém-PA

Bruno Apolo Miranda Figueira

Universidade Federal do Oeste do Pará,
Programa de Pós-Graduação em Sociedade,
Ambiente e Qualidade de Vida, Santarém-PA

Oscar Jesus Choque Fernandez

Instituto Federal do Pará, Campus Belém, Pará.

Marcondes Lima da Costa

Universidade Federal do Pará, Belém-PA

RESUMO: Neste trabalho é proposta a síntese e caracterização de óxido de ferro com estrutura maghemita a partir de rejeitos de lavagem de bauxita da Amazônia. O processo de transformação envolveu dissolução ácida do rejeito, tratamento hidrotermal e método de precipitação. Os resultados revelaram que os rejeitos de bauxita foram transformados com sucesso em maghemita com tamanho médio de cristalito em torno de 15 nm, estabilidade termal acima de 800 °C e morfologia em placas.

PALAVRAS-CHAVE: rejeitos, bauxita, Amazônia, maghemita.

HYDROTHERMAL SYNTHESIS OF MAGHEMITE-TYPE MATERIAL EMPLOYING BAUXITE WASHING RESIDUES FROM AMAZON REGION

ABSTRACT: This work proposes the synthesis and characterization of iron oxide with maghemite-type structure using bauxite washing tailings from the Amazon. The transformation process involved acid tail dissolution, hydrothermal treatment and precipitation method. The results revealed that bauxite tailings were successfully transformed into maghemite with average crystallite size around 15 nm, thermal stability above 800 °C and plate morphology.

KEYWORDS: tailings, bauxite, Amazon, maghemite

1 | INTRODUÇÃO

Segundo o 8º anuário mineral do Pará, o estado do Pará possui um enorme potencial para se tornar um dos maiores centros mineradores do mundo devido sua grande diversidade de bens minerais como: ferro, cobre, níquel, ouro, manganês, caulim e bauxita. Em relação a mineração de bauxita, as exportações da indústria de mineração entre 2017/2018 exportou cerca de 8,394 milhões de

tonelada deste minério e rendeu para o estado um saldo de 13,725 bilhões de dólares (Simineral, 2019), mostrando assim a importância deste setor indústria para a região.

Paralelamente as grandes produções da indústria mineral, há a intensificação dos estudos com ênfase no aproveitamento dos resíduos minerais gerados por ela, pois segundo as suas propriedades físico-química, eles podem gerar produtos de grande relevância econômica tais como nanomateriais, aditivos para construção civil, geopolímeros, adsorventes, catalizadores, dentre outros. Além de ser uma solução interessante para a proteção do meio ambiente (Xiao et al., 2009, Ribeiro, 2011, Bitencourt et al., 2012).

Como exemplo do aproveitamento de resíduo de bauxita: Cunha & Corrêa (2011) utilizaram o resíduo lama vermelha para sintetizar estruturas em camadas, conhecida como (HDL); Santiago et al.,(2018) aplicaram o resíduo de lavagem de bauxita na produção de cimento sustentável para ser aplicado na construção civil; Nascimento et al.,(2019) sintetizaram e caracterizaram nano-piroaurita a partir do resíduo de lavagem de bauxita da região Amazônica.

O objetivo da referida pesquisa trata-se da caracterização de resíduos de lavagem de bauxita da região Oeste do estado do Pará e sua transformação em maghemita ($\gamma\text{-Fe}_3\text{O}_4$), e assim desenvolver um trabalho futuro com possível aplicação em áreas tecnológicas. Haja vista que a maghemita, assim como a magnetita e hematita vêm chamando cada vez mais atenção por possuírem propriedades magnéticas únicas que os tornam materiais promissor com aplicação em engenharia mecânica, bioengenharia, indústria eletrônica e área biomédica (Múzquiz-Ramos et al., 2015).

2 | METODOLOGIA

As amostras de rejeitos foram coletadas nos meses de setembro, outubro e novembro de 2012, sempre na primeira e na terceira semana de cada mês, totalizando 6 amostragens codificadas como JUR-1, JUR-2, JUR-3, JUR-4, JUR-5 e JUR-6. Todas as amostras foram misturadas, nomeada como (RBAU) e caracterizadas. A caracterização mineralógica foi realizada por difratometria de raios-X (DRX) em um difratômetro D2-phaser (Bruker), tubo de Cu ($1,5406 \text{ \AA}$), faixa de 5 a 75° (2θ) com tensão de 30 kV e 10mA. A caracterização química foi obtida em espectrômetro de Fluorescência de raios-X (FRX) Sequencial (Axios Minerals, da Panalytical), equipado com tubo de raios-x cerâmico anodo de Rh. A análise por espectroscopia de infravermelho foi obtida por pastilha prensada a vácuo contendo 0,200 g de KBr e 0,0013 g de amostra um espectrômetro de absorção molecular na região de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) (Bruker, Vertex 70).

Para a transformação do resíduo de lavagem de bauxita em maghemita, utilizou-se cerca de um 4g do rejeito (RBAU) que foi dissolvido em uma solução ácida sob rigoroso aquecimento, com o objetivo de liberar em solução o Fe^{3+} contido no rejeito.

Após este tratamento ácido obteve-se uma solução amarelada que foi denominada de solução A. Posteriormente, uma proporção de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+} = 1:1$) foi adicionado em 60mL da solução A. Uma segunda solução (solução B) foi preparada em 50mL de água deionizada como 3 mol.L⁻¹ de NaOH, que foi lentamente gotejada sobre a solução A resultando na formação de um precipitado preto.

A solução resultante foi submetida a um tratamento hidrotermal a 80°C por 2 dias. Após o tratamento hidrotermal o precipitado passou por lavagem com água deionizada, filtragem e secagem. Estudou-se a variação razão ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$) para a formação da maghemite e o comportamento térmico (TG/DSC) da mesma foi analisado por num termoanalisador Stanton Redcroft que tem um forno cilíndrico vertical, com conversor digital acoplado a um microcomputador e sua morfologia por um microscopia eletrônica de varredura (MEV) da marca LEO-Zeiss, 430 Vp, em condições de análise utilizando imagens secundárias obtidas a 20 KV, com distância de trabalho de 11 mm.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resíduo de lavagem de bauxita

A Figura 1 ilustra os padrões de DRX das fases cristalinas presentes nas amostras de rejeitos. Todas amostras revelaram composição mineralógica similar com a presença dos minerais caulinita (PDF 029-1488), hematita (PDF 013-0534), gibbsita (PDF 029-0041), anatásio (00-021-1272) e quartzo (00-046-1045). Vale ressaltar que a mineralogia encontrada nestes rejeitos foi a mesma do seu produto comercial (Costa et al.,2014), o que sugere que o processo de beneficiamento da bauxita não afeta a mineralogia dos mesmos.

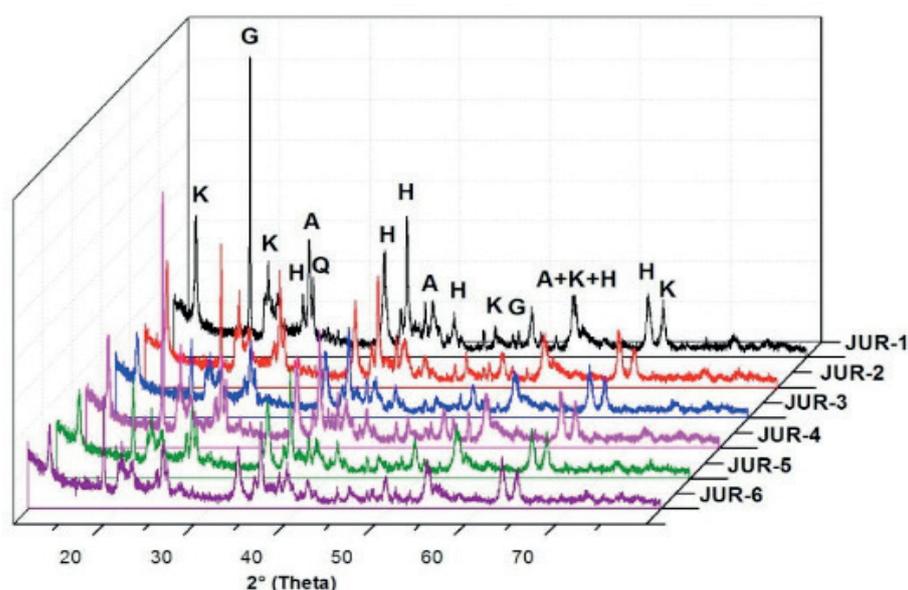


Figura 1. Padrões de DRX das amostras de rejeitos.. (K = caulinita; G = gibbsita; H= Hematita; A = anatásio; Q = quartzo).

A composição química da amostra (RBAU) dos rejeitos estudados neste trabalho é apresentada na tabela 1. Conforme observado, há um predomínio de Fe₂O₃ com média em torno de 62%, que pode ser relacionada ao mineral hematita, já descrito anteriormente. Em seguida, pode-se identificar o SiO₂ com média de 15% com maior concentração, no qual está relacionado as fases do quartzo e caulinita. Outro elemento que também se destaca é o Al₂O₃ com um percentual de 13% em média referente aos minerais gibbsita e caulinita. E finalmente, o TiO₂ com média de 7%, correspondente ao mineral anatásio.

Elementos	RBAU (%) peso
Al ₂ O ₃	13,939
SiO ₂	15,190
TiO ₂	7,419
Fe ₂ O ₃	62,704
CaO	0,162
K ₂ O	0,065
MgO	n.d
Na ₂ O	n.d
P.F	n.d

Tabela 1: Composição química das amostras RBAU por análise de FRX.

A figura 2 ilustra os espectros de infravermelho (FT-IR) das amostras JUR-1 e JUR-3 (as outras amostras apresentaram os mesmos resultados e foram omitidas por conveniência). Bandas de estiramento em torno de 3690, 3650 e 3620 cm⁻¹ relacionadas as vibrações Al-OH da estrutura da caulinita puderam ser identificadas para ambas as amostras. O estiramento em torno de 3520 e 3380 cm⁻¹ pôde ser assinalado ao estiramento Al-OH da gibbsita (Balan et al., 2005), enquanto que as bandas em torno de 1650 e 1630 cm⁻¹ foram das vibrações O-H tanto da caulinita, quanto da gibbsita. Já as bandas de 1200-400 cm⁻¹ são das vibrações metal-oxigênio ou não-metal-oxigênio, como por exemplo, bandas de vibração Fe-O de hematita em 750 e 539 cm⁻¹ ; Si-O do quartzo e de caulinita em 1200, 1102 e 471 e bandas de vibrações Ti-O para anatásio em 748 e 540 cm⁻¹ (Tinti et al., 2015).

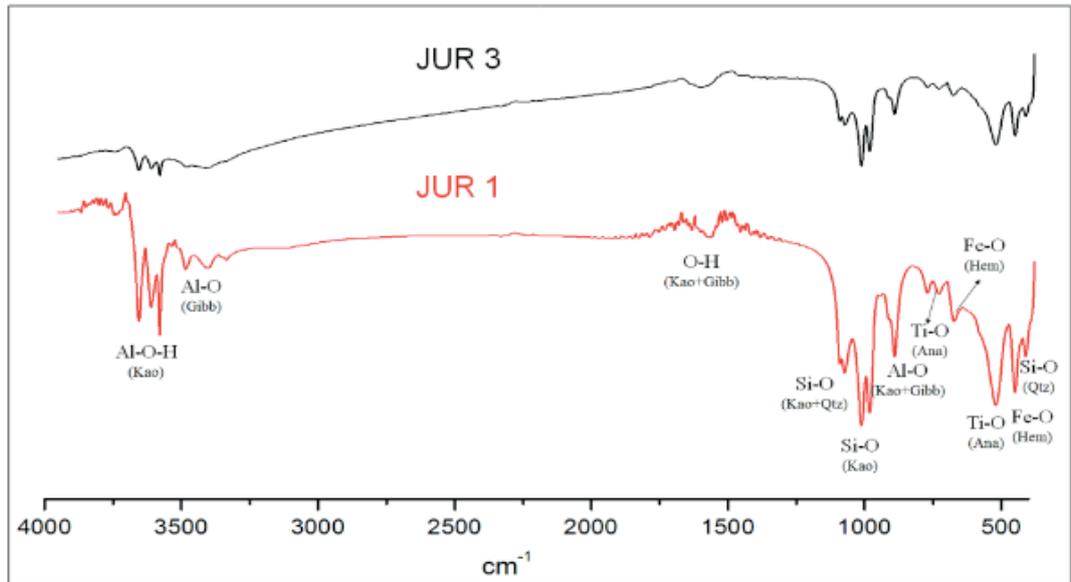


Figura 2. Espectros de FT-IR das amostras JUR-1 e JUR-3.

3.2 Transformação do rejeito em maghemita

Na figura 3 conforme pôde ser identificado, o óxido de ferro do tipo maghemita já pode ser sintetizada utilizando como material de partida o resíduo de bauxita, através da presença dos picos a 18.29; 30.10; 35.46; 43.09; 53.46; 57.00 e 62.60° (2θ), que correspondem aos planos cristalográficos (111), (220), (311), (400), (422), (511) e (440) (PDF 00-039-1346), encontrada em todas as razões (Fe²⁺/Fe³⁺) estudadas. Este óxido de ferro é pertencente ao sistema cristalino cubico e grupo espacial P4132, sendo $a = b = c = 8.351 \text{ \AA}$ e volume de celula unitária $V = 582,50 \text{ \AA}^3$.

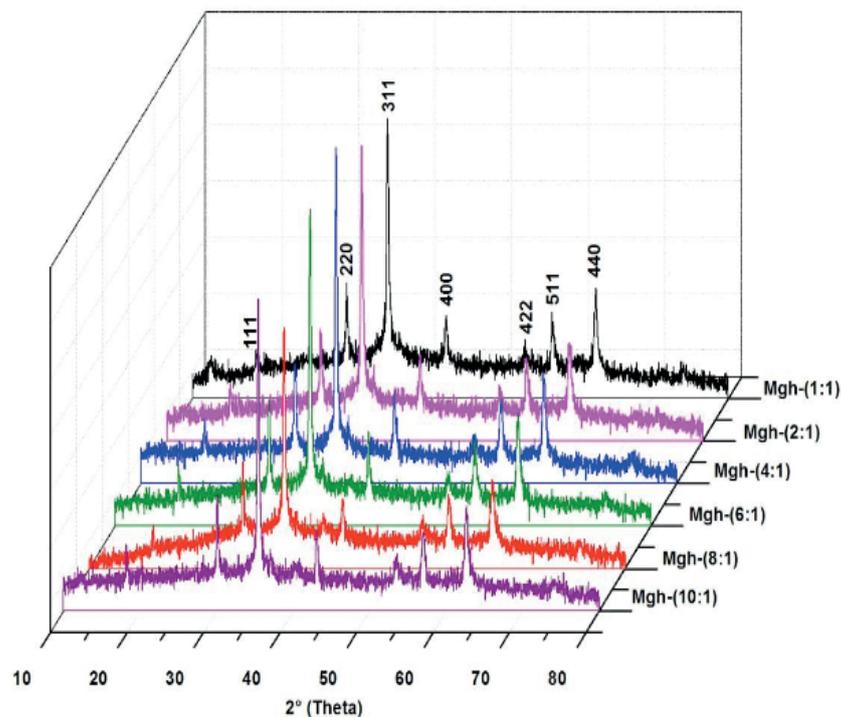


Figura 3: Pradões de DRX da maghemita nas razões Mgh-(1:1) a Mgh-(10:1).

A tabela 2, contém as informações de parâmetro de cela unitária, tamanho médio de cristalito e FWHM de todas as razões (Fe²⁺/Fe³⁺) analisadas, notou-se que o menor tamanho médio de cristalito foi de aproximadamente 15nm e o maior valor obtido foi de 18nm. As amostras Mgh-(6:1), Mgh-(8:1) e Mgh-(4:1) apresentaram tamanho médio em torno de 15.07nm, 15.25nm e 15.85nm respectivamente. Quanto que as amostra, cuja razões foram Mgh-(1:1) e Mgh-(10:1) tiveram tamanho médio dos cristais de 16.57nm e 16.85nm, respectivamente. No que diz respeito a amostra Mgh-(2:1), que apresentou o maior tamanho médio dos cristais de 18.21nm, Nurdin et al.,(2014) e Múzquiz-Ramos et al.,(2015), também sintetizaram maghemita nesta mesma razão de (Fe²⁺/Fe³⁺), a partir de reagentes comerciais, e obtiveram tamanho médio dos cristais bem inferior, comparado com os obtida nesta pesquisa, de 9.4 nm e 12.5 nm, respectivamente.

Amostras	Parâmetro de cela unitária (Å)		Equação de Scherrer
	a = b = c	Volume (Å ³)	Cristalito (nm)
Mgh-(1:1)	8.391	590.73	16.57
Mgh-(2:1)	8.388	590.31	18.21
Mgh-(4:1)	8.381	588.66	15.85
Mgh-(6:1)	8.389	590.43	15.07
Mgh-(8:1)	8.382	588.89	15.25
Mgh-(10:1)	8.386	589.68	16.85

Tabela 2: Informações de parâmetro de cela unitária e tamanho médio dos cristais da maghemita nas razões Mgh-(1:1) a Mgh-(10:1).

O espectro de FTIR da amostras Mgh-(2:1), ilustrado na figura 4, mostrou bandas de absorção características de maghemite a 570 e 440 cm⁻¹ para os modos (u₁) e (u₂) correspondentes aos estiramento Fe-O dos sítios tetraedrais e octaedrais, enquanto que a banda vibracional a 892 cm⁻¹ pode ser atribuída a vibração de alongamento da ligação Fe-O-H (Nazari et al., 2014; Stoia et al., 2016). E as bandas de absorção na região 3430 e 1633 cm⁻¹ são características do alongamento do grupo O-H e H-O-H atribuída à água adsorvida na amostra, porém a banda em 2360 cm⁻¹ relaciona-se ao estiramento de CO₂ presente no ar atmosférico (Predoi et al., 2010; Aliahmad & Moghaddam, 2013). A banda registrada em 993 cm⁻¹ se diferencia dos trabalhos citados nessa seção, devido ao uso de sulfato de ferro II nesta metodologia e portanto pode está relacionada ao modo de estiramento de Fe-S conforme relatada por Alpers et al., (2000) e Wu et al., (2010).

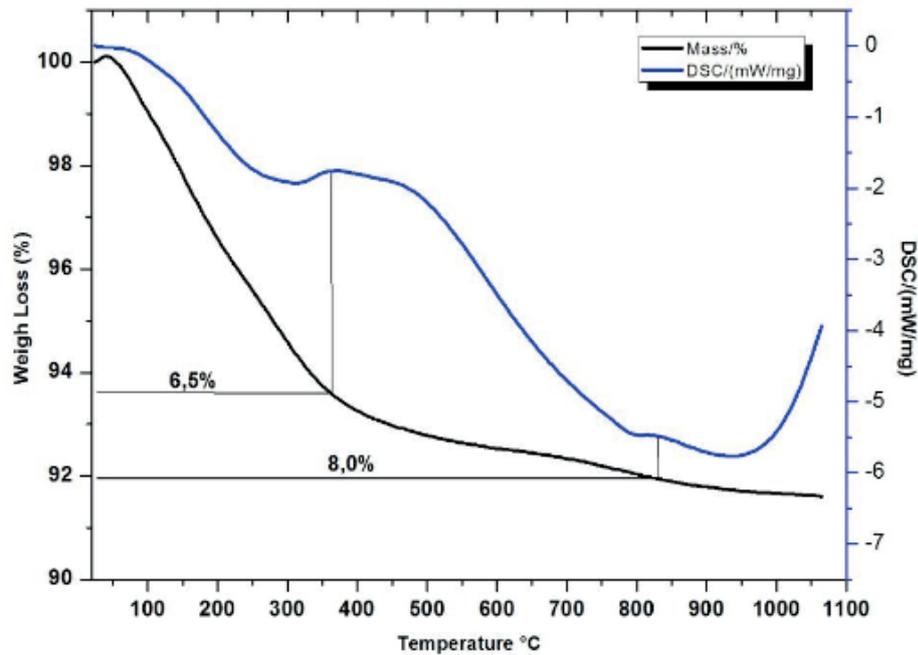


Figura 4: Espectro de FT-IR da maghemita ($\gamma\text{-Fe}_3\text{+}2\text{O}_3$).

A figura 5 ilustra o comportamento térmico (TG-DSC) da maghemita Mgh-(2:1) e este pode ser dividido em duas etapas principais de decomposição. A primeira está relacionado à perda da água fisicamente adsorvida na superfície do óxido de ferro, com uma perda de peso $\sim 6,5\%$, no intervalo de temperatura até 360°C . O último efeito exotérmico de DSC correspondente a 830°C está possivelmente relacionado a decomposição da maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) para Hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), com perda de peso aproximadamente 8% (Aliahmad et al., 2013; Lee et al., 2016).

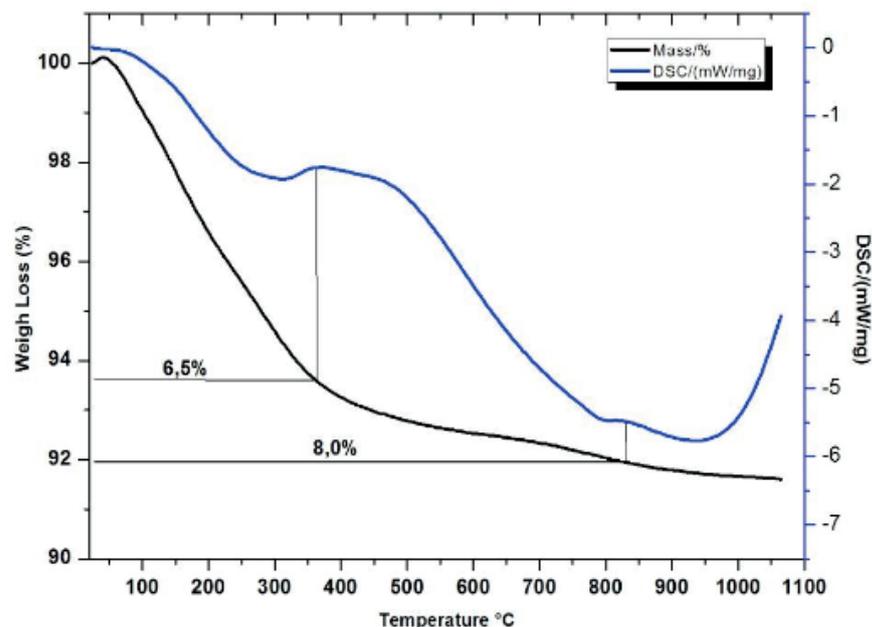


Figura 5: Curvas TG-DTA da maghemita ($\gamma\text{-Fe}_3\text{+}2\text{O}_3$).

Quanto a morfologia da Mgh-(2:1), a figura 6 ilustra partículas magnéticas na

forma de placas esféricas com tamanho médio menores que $0,5 \mu\text{m}$. A análise semi-quantitativa por EDS revelou elevadas concentrações de O e Fe em torno de 44% e 36%, respectivamente, demonstrando a formação de óxido de ferro do tipo maghemita com razão atômica O/Fe de ~ 1.69 que está de acordo com a fórmula ideal do mineral (Karami 2009; Islam et al.,2014).

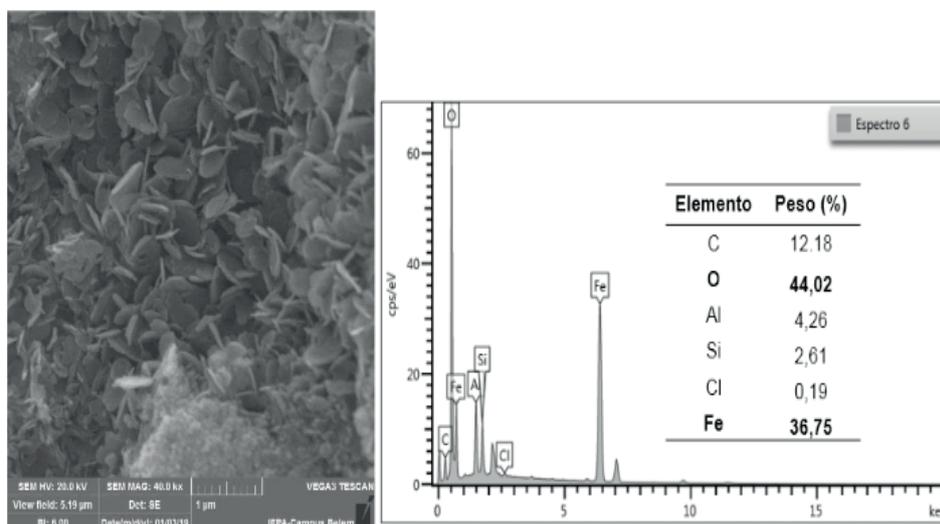


Figura 6: Morfologia da maghemita por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e EDS.

4 | CONCLUSÃO

Baseado nos resultados apresentado neste trabalho, pode-se concluir que os resíduos de lavagem de bauxita da região Amazônica são constituídos por caulinita, gibbsita, hematita, anatásio e quartzo e teor levado de ferro. Este resíduo mostrou-se como excelente matéria prima para a produção de óxido de ferro com estrutura maghemita, tamanho médio de cristalito em torno de 18 nm, podendo ser considerada como nanopartículas magnéticas de maghemita.

REFERÊNCIAS

- ALIAHMAD, M; MOGHADDAM, N. N. **Synthesis of maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) nanoparticles by thermal-decomposition of magnetite (Fe_3O_4) nanoparticles**. Materials Science-Poland, vol. 31, N° 2, pp. 264-268. 2013.
- ALPERS, C.N; JAMBOR, J.L. **Sulfate Minerals, Crystallography, geochemistry and environmental significance**. In. Reviews in mineralogy and geochemistry. vol 40. 2000.
- Balan E, M Lazzeri, Saitta AM, Allard T,Y Fuchs, Mauri F. **Estudo dos primeiros princípios dos modos de alongamento OH em caulinita, dickite e nacrite**. Am Mineral 90: 50–60. 2005.
- BITENCOURT, C. S.; TEIDER, B. H, GALLO, J.B., PANDOLFELLI, V. C. **A geopolimerização como técnica para a aplicação do resíduo de bauxita**. Revista Cerâmica, 58, 20-28, 2012.
- COSTA , M, L. et al. **On the geology, mineralogy and geochemistry of the bauxite-bearing regolith in the lower Amazon basin: Evidence of genetic relationships**. Journal of Geochemical Exploration. 2014.

CUNHA.; M.; V.; P.; O & CORRÊA.; J.; A.; M. **Síntese e Caracterização de Hidróxido duplos a partir da lama vermelha**. Revista Cerâmica. v. 67. 2011.

Islam, M.D.S; Khan, A; Rahman, G.M.S; Aftab, H; Kusumoto, Y. Simple **Hydrothermal Synthesis and Morphological Study of Magnetic Nanoparticles**. Journal of NanoScience, NanoEngineering & Applications, vol. 4. 2014.

Karami, H. **Synthesis and Characterization of Iron Oxide Nanoparticles by Solid State Chemical Reaction Method**. J Clust Sci, vol. 21, pp.11–20. 2010.

LEE, S; XU, H. **Size-Dependent Phase Map and Phase Transformation Kinetics for Nanometric Iron(III) Oxides (γ - ϵ - α Pathway)**. J. Phys. Chem. C, 2016.

Múzquiz-Ramos, E.M; Guerrero-Chávez, V; Macías-Martínez, B.I; López-Badillo, C.M; García-Cerda, L.A. **Synthesis and characterization of maghemite nanoparticles for hyperthermia applications**. Ceramics International, vol. 41 ,pp. 397–402. 2015.

NASCIMENTO, R.S; FIGUEIRA, B.A.M; SILVA, L.N. Da; CALLEJAS, P; TELLES, G.C; LAVRA, T.C; MERCURY, J.M.R. **Synthesis of nanopyroaurite using bauxite-washing residues as low cost starting material**. Materials Letters. vol. 235, pp 246-249. 2019.

Nazari, M; Ghasemi, N; Maddah, H; Motlagh, M.M. **Synthesis and characterization of maghemite nanopowders by chemical precipitation method**. J Nanostruct Chem, 4:99, pp. 1-5. 2014.

Nurdin, I; Johan, M. R; Yaacob, I. I; Ang, B. C; Andriyana, A. **Synthesis, characterisation and stability of superparamagnetic maghemite nanoparticle suspension**. Materials Research Innovations, vol 18. 2014.

PREDOI, D., ANDRONESCU, E; RADU, M; MUNTEANU, M. C; DINISCHIOTU, A. **Synthesis and characterization of bio-compatible maghemite nanoparticles**. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures, vol. 5, Nº 3, pp. 779-786. 2010.

RIBEIRO, W. S. **Reaproveitamento dos rejeitos de quartzito na elaboração de cerâmica vermelha da região de Seridó-Pb**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Relatório de PIBIC/CETEM). 2011.

SANTIAGO, E. N; CHOQUE F. O. J; FIGUEIRA, B. A. M; GOMES, L. G. **Rejeito de bauxita e sua aplicação em materiais de construção**. Bomgeam. vol. 5, Nº 1. 2018.

SIMINERAL – Sindicato das Indústrias Minerais do Estado do Pará. **8º Anuário de mineração do Pará**. Nº 01. 2019.

STOIA, M; TAMAŞ, A; RUSU, G; MOROŞANU, J. **Synthesis of magnetic iron oxides from ferrous sulfate and substitutes amines**. STUDIA UBB CHEMIA, LXI, vol. 4, pp. 147 - 162. 2016.

TINTI, A; TUGNOLI, V. BONORA, S. FRANCIOSO, O. **Recent applications of vibrational mid-Infrared (IR) spectroscopy for studying soil components: a review**. Journal of Central European Agriculture, vol. 16, Nº 1, pp.1-22. 2015

XIAO, B., LIU, W., YANG, J., **Review on treatment and utilization residues in China**. Int. J. Miner. Process. Vol, 93, p. 220-230, 2009.

Wu, W; Xiao, X. H; Zhang, S. F; Peng, T. C; Zhou, J; Ren, F; Jiang, C. Z. **Synthesis and Magnetic Properties of Maghemite (γ -Fe₂O₃) Short-Nanotubes**. Nanoscale Res Lett, vol. 5, pp. 1474–1479. 2010

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