

Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica 3

Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)



Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica 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: Karine de Lima
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)	
C569	<p>Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-474-0 DOI 10.22533/at.ed.740191107</p> <p>1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario</p> <p style="text-align: right;">CDD 509.81</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica vol. 3*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 23 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ACURÁCIA TEMÁTICA DE DADOS GEOESPACIAIS CONFORME A ET-CQDG	
Rodrigo Wanderley de Cerqueira Ana Cláudia Bezerra de Albuquerque Borborema de Andrade Alex de Lima Teodoro da Penha Fábio Dayan Soares de Melo	
DOI 10.22533/at.ed.7401911071	
CAPÍTULO 2	13
UM PANORAMA GERAL SOBRE A CALIBRAÇÃO DINÂMICA DE TRANSDUTORES DE PRESSÃO PIZOELETRICOS	
Flávio Roberto Faciolla Theodoro Maria Luisa Colucci da Costa Reis Carlos D'Andrade Souto	
DOI 10.22533/at.ed.7401911072	
CAPÍTULO 3	20
ANÁLISE DE INTEGRIDADE ESTRUTURAL ATRAVÉS DE SISTEMAS IMUNOLÓGICOS ARTIFICIAIS	
Rafaela Pereira Segantim Mara Lúcia Martins Lopes Fábio Roberto Chavarette	
DOI 10.22533/at.ed.7401911073	
CAPÍTULO 4	30
ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DO PROTOCOLO DE ROTEAMENTO RIP: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O ASPECTO DE SEGURANÇA NO RIPV2	
Charles Hallan Fernandes dos Santos Lucivânia da Silva Souza Felipe Sampaio Dantas Silva	
DOI 10.22533/at.ed.7401911074	
CAPÍTULO 5	40
ANÁLISES DA RESISTÊNCIA À CORROSÃO E ESQUEMAS DE PINTURAS EM CHAPAS DE AÇO ASTM A242 E AÇO CARBONO SAE 1020	
Rafaela Vale Matos	
DOI 10.22533/at.ed.7401911075	
CAPÍTULO 6	45
APLICAÇÃO DE ESFERAS DE QUITOSANA E ESFERAS DE QUITOSANA MODIFICADA COM NANOPÁRTÍCULA MAGNÉTICA (MAGNETITA) EM ANÁLISE DE ADSORÇÃO PARA O ÍON METÁLICO CROMO (VI)	
Andréa Claudia Oliveira Silva Maria José de Oliveira Pessoa	
DOI 10.22533/at.ed.7401911076	

CAPÍTULO 7	55
AVALIAÇÃO METROLÓGICA DE ANALISADORES DE QUALIDADE DE ENERGIA	
Rodrigo Rodrigues Nascimento Zampilis	
Marcelo Britto Martins	
DOI 10.22533/at.ed.7401911077	
CAPÍTULO 8	62
AXIOMAS FUNDAMENTAIS EM SISTEMAS DE MONITORAMENTO: UMA ANÁLISE EXPERIMENTAL PARA O MÉTODO DA IMPEDÂNCIA ELETROMECAÂNICA	
Caio Henrique Rodrigues	
Guilherme Silva Bergamim	
DOI 10.22533/at.ed.7401911078	
CAPÍTULO 9	75
VISÃO CEGA	
Vitoria Camargo da Silva	
Erinaldo Sanches Nascimento	
Fabiana Calisto Trevisan	
José Roberto Parra	
DOI 10.22533/at.ed.7401911079	
CAPÍTULO 10	86
CÉU ACESSÍVEL: APLICATIVO NA PLATAFORMA ANDROID PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL	
Ana Carolina Sampaio Frizzera	
Danielli Veiga Carneiro Sondermann	
Athyla Caetano	
Giovana Dewes Munari	
Caroline Azevedo Rosa	
Péricles José Ferreira	
Ronaldo Leffler	
Gabriel Barcellos Kretli Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.74019110710	
CAPÍTULO 11	97
DETERMINAÇÃO TEÓRICA DO TEMPO DE ACELERAÇÃO EM 30 METROS PARA UM VEÍCULO BAJA SAE A PARTIR DO PRINCÍPIO DO IMPULSO	
Daiane Sampaio Fernandes	
Mateus Coutinho de Moraes	
Miguel Ângelo Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.74019110711	
CAPÍTULO 12	105
DILATAÇÃO DE VEÍCULOS TANQUE RODOVIÁRIO	
Luciano Bruno Faruolo	
Edisio Alves de Aguiar Junior	
DOI 10.22533/at.ed.74019110712	

CAPÍTULO 13	110
EFEITO DA VARIAÇÃO DO VALOR DA DENSIDADE LATERAL RELACIONADA À SEPARAÇÃO GEOIDE-QUASEGEOIDE NA REGIÃO DE PORTO ALEGRE RS – ESTUDO DE CASO	
Roosevelt De Lara Santos Jr.	
DOI 10.22533/at.ed.74019110713	
CAPÍTULO 14	118
ELECTROCHEMICAL SENSING OF OH RADICALS AND RADICAL SCAVENGERS BASED ON POLY(METHYLENE BLUE)-MODIFIED ELECTRODE	
Maurício Hilgemann	
Marcelo Barcellos da Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.74019110714	
CAPÍTULO 15	131
ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE MICRO GERAÇÃO RESIDENCIAL EM UM AMBIENTE MICRO REDE, CONSIDERANDO DIFERENTES CENÁRIOS	
Luiz Guilherme Piccioni de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.74019110715	
CAPÍTULO 16	141
EXPRESSÃO GRÁFICA E OFICINAS PEDAGÓGICAS: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA BÁSICA	
Alessandra Assad Angieski	
Heliza Colaço Góes	
Davi Paula da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.74019110716	
CAPÍTULO 17	155
LOGÍSTICA DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE SAÚDE DOS PRINCIPAIS HOSPITAIS DE ARACAJU/SE	
Ana Lúcia Oliveira Filipin	
Cleverton dos Santos	
Izabel Cristina Gomes de Oliveira	
Ana Sophia Oliveira Filipin	
DOI 10.22533/at.ed.74019110717	
CAPÍTULO 18	161
LUNAPPTICO: SOFTWARE DE TECNOLOGIA ASSISTIVA UTILIZADO NA COMUNICAÇÃO DE CRIANÇAS AUTISTAS DO ESTADO DO RN	
Elizeu Sandro da Silva	
Alyson Ricardo De Araújo Barbosa.	
Joêmia Leilane Gomes de Medeiros	
Welliana Benevides Ramalho	
Andrezza Cristina da Silva Barros Souza	
DOI 10.22533/at.ed.74019110718	

CAPÍTULO 19	180
MODELAGEM DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA MÓVEL COLABORATIVO PARA DEFICIENTES FÍSICOS	
Sivoney Pinto Dias Helder Guimarães Aragão	
DOI 10.22533/at.ed.74019110719	
CAPÍTULO 20	194
MODELAGEM E PROGRAMAÇÃO DE UMA PLATAFORMA DE STEWART	
Rodolfo Gabriel Pabst Roberto Simoni Maurício de Campos Porath Milton Evangelista de Oliveira Filho Antônio Otaviano Dourado	
DOI 10.22533/at.ed.74019110720	
CAPÍTULO 21	207
SISTEMA DE NOTIFICAÇÕES POR MENSAGENS DE CELULAR PARA MONITORAMENTO EM ATIVOS DE REDE	
César Eduardo Guarienti Igor Breno Estácio Dutra de Oliveira Thiago H. da C. Silva Raphael de Souza Rosa Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.74019110721	
CAPÍTULO 22	213
MONTAGEM DE UM ARRANJO EXPERIMENTAL DIDÁTICO PARA O ESTUDO DA ESPECTROSCOPIA DE IMPEDÂNCIA ELETROQUÍMICA	
Ernando Silva Ferreira Ricardo Macedo Borges Boaventura Juan Alberto Leyva Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.74019110722	
CAPÍTULO 23	225
O NOVO (E ATUAL) SI E O SEU IMPACTO NA METROLOGIA ELÉTRICA NO BRASIL	
Regis Pinheiro Landim Helio Ricardo Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.74019110723	
SOBRE OS ORGANIZADORES	240

APLICAÇÃO DE ESFERAS DE QUITOSANA E ESFERAS DE QUITOSANA MODIFICADA COM NANOPARTÍCULA MAGNÉTICA (MAGNETITA) EM ANÁLISE DE ADSORÇÃO PARA O ÍON METÁLICO CROMO (VI)

Andréa Claudia Oliveira Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Nova Cruz – RN

Maria José de Oliveira Pessoa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Nova Cruz – RN

RESUMO: A utilização de metais tóxicos nas últimas décadas resultou no aumento da contaminação de ambientes aquáticos. A presença do cromo nestes ambientes causa impactos que afetam a saúde da população humana que consome a água destes locais. O tratamento por adsorção mostra-se eficaz para a recuperação de metais tóxicos de soluções aquosas. A quitosana é um bioadsorvente utilizado para remoção de íons metálicos tóxicos, tratamento e purificação de água. Diante disso, o trabalho objetivou realizar um estudo cinético de adsorção do Cr^{6+} utilizando esferas de quitosana e esferas de quitosana com magnetita como adsorventes. Os resultados obtidos indicam que houve uma diferença mínima entre a quantidade de material adsorvido com esferas de quitosana e esferas de quitosana modificada com magnetita, sendo $q = 31,3 \text{ mg/g}$ e $(\%) \text{ adsorção} = 31,3\%$ para as esferas de quitosana, e, $q = 29,1 \text{ mg/g}$ e $(\%)$

adsorção = 29,1% para as esferas de quitosana modificada com magnetita. Desta forma é preferível o uso das esferas de quitosana sem nanopartícula magnética (magnetita), tendo em vista que não existirão custos para produção da nanopartícula, diminuindo gastos financeiros e de tempo.

PALAVRAS-CHAVE: Adsorção do Cr^{6+} , esferas de quitosana e magnetita.

ABSTRACT: The use of toxic metals in recent decades has resulted in increased contamination of aquatic environments. The presence of chromium in these environments causes impacts that affect the health of the human population that consumes water from these sites. Adsorption treatment is effective for the recovery of toxic metals from aqueous solutions. Chitosan is a bioadsorbent used for the removal of toxic metal ions, treatment and purification of water. Therefore, the objective of this work was to perform a kinetic study of Cr^{6+} adsorption using chitosan beads and chitosan beads with magnetite as adsorbents. The results indicated that there was a minimal difference between the amount of material adsorbed with chitosan beads and magnetite-modified chitosan beads, where $q = 31.3 \text{ mg/g}$ ($\%$) adsorption = 31.3% for the chitosan beads, and, $q = 29.1 \text{ mg/g}$ ($\%$) adsorption = 29.1% for magnetite-modified chitosan beads. In this

way it is preferable to use chitosan beads without magnetic nanoparticle (magnetite), considering that there will be no costs for nanoparticle production, reducing time and financial expenses.

KEYWORDS: Adsorption of Cr^{6+} , chitosan beads and magnetite.

1 | INTRODUÇÃO

Os íons metálicos, embora sejam necessários para atividades de uma grande variedade de enzimas e para manutenção estrutural de proteínas, quando não estão no interior das proteínas, são tóxicos mesmo quando encontrados em baixos níveis no meio ambiente (LAUS et al, 2006; OLIVEIRA et al, 2010 e ARAÚJO e SOUZA, 2012).

Dentre estes, destacam-se os íons de cromo, encontrados nas rochas, animais, plantas e solos, podendo formar uma grande variedade de compostos com estados de oxidação entre 0 e 6+. Os compostos de Cr^{6+} , por serem fortemente oxidantes, são muito tóxicos aos organismos vivos mesmo em baixas concentrações. Tais compostos se apresentam em solução aquosa nas formas de $[\text{CrO}_4]^{2-}$, $[\text{Cr}_2\text{O}_7]^{2-}$, HCrO_4^- e H_2CrO_4 , estas espécies apresentam potencial carcinogênico, propriedades mutagênicas e teratogênicas em sistemas biológicos (SILVA, ANDRADE e CESTARI, 2010; CAMARA, 2014 apud OMS, 1998).

A remoção deste metal de efluentes líquidos é ambientalmente importante devido a sua alta toxicidade. Diversos processos físicos e químicos, como a precipitação, eletrodeposição, troca iônica, osmose reversa e adsorção, têm sido empregados para realizar o tratamento de efluentes contendo esses íons metálico. Contudo, alguns desses métodos apresentam várias limitações em seu processo, como alto consumo de energia, aplicabilidade limitada e baixa capacidade de remoção (SILVA, ANDRADE e CESTARI, 2010; FLECK, TAVARES e EYNG, 2013 apud RHAMANI, MOUSAVI e FAZLI, 2010).

O tratamento através da adsorção é uma das poucas alternativas que tem se mostrado adequado para a remoção de íons metálicos de soluções aquosas diluídas, pois apresentam as vantagens de produzir uma baixa quantidade de resíduos, possibilitar a recuperação do adsorvente e por ser menos dispendioso especialmente quando usa-se adsorventes naturais, tais como: carvão ativado, alumina ativada, argila, celulose, quitosana, etc. (LAUS et al, 2006; PIETROBELLI, 2007 e CAMARA, 2014).

A quitosana é um biopolímero natural, amino catiônico, composto por unidade β -1,4-D-Glucosamina ligadas a resíduos de N-acetilglucosamina, é obtida através da desacetilação da quitina (FAI, STAMFORD, STAMFORD, 2008). Apresenta habilidade de formar complexos com todos os íons metálicos do grupo III, cátions de metais de transição em concentrações na faixa de 20-40 ppm devido a presença de um percentual elevado de grupos amino distribuídos na cadeia polimérica (VALENTINE et al, 2000).

A quitosana possui a capacidade de remover metais de soluções aquosas através de adsorção, em diversas formas. A adsorção por meio de microesferas vem destacando-se na realização desse processo, toda via, nessa forma a quitosana apresenta algumas desvantagens, como: solubilidade em meio ácido, diminuindo assim a capacidade máxima e a velocidade do processo de adsorção. Modificações químicas nas estruturas da quitosana com agentes reticulantes aumentam a performance da mesma como material adsorvente (BARROS et al, 2006 e YAMAURA, 2006).

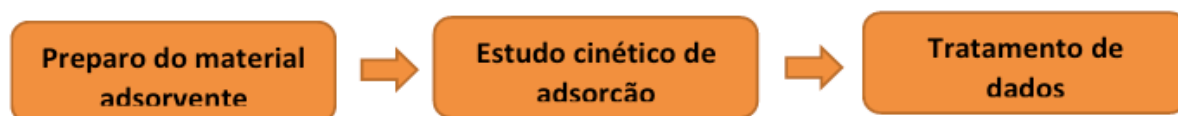
Recentemente, nanomateriais têm sido sugeridos como uma eficiente e rentável alternativa ambientalmente correta para o tratamento de águas residuais, a partir do ponto de vista da preservação de recursos e conservação ambiental. Isto envolve a produção e utilização de diversos tipos de nanomateriais, que são estruturas com tamanhos da faixa de 1 a 100 nm e que apresentam propriedades únicas não encontradas em materiais na escala macrométrica (SILVA, PINEDA e BERGAMASCO, 2015; TOLEDO e SOARES, 2016 e MATOS, 2016).

Os óxidos de ferro nanoestruturados apresentam um desempenho superior na adsorção de poluentes orgânicos e inorgânicos, particularmente para tratamento eficiente de grandes volumes de águas e separações rápidas por meio da utilização de campos magnéticos externos (YAMAMURA et al, 2008; SILVA, PINEDA e BERGAMASCO, 2015).

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é preparar esferas de quitosana e esferas de quitosana modificada com nanopartícula magnética (magnetita) e fazer uma avaliação cinética comparativa da sua eficiência como adsorvente do íon metálico (Cr^{6+}), visando a sua remoção de soluções aquosas e de efluentes ambientais.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento utilizado para o preparo e avaliação da eficiência dos materiais adsorventes em estudo na remoção do cromo foi dividido em três etapas:



Na primeira etapa, foram preparadas as esferas de quitosana e esferas de quitosana com magnetita. Para isso, preparou-se uma solução de ácido acético 1% que foi utilizado para solubilizar os flocos de quitosana com e sem magnetita, sob agitação, formando gel de quitosana e gel de quitosana com magnetita de concentração 1,5%.

Os géis preparados foram gotejados em solução de NaOH 2mol.L^{-1} com o auxílio de seringas descartáveis para a formação de esferas. Em uma placa de petri foi gotejado o gel de quitosana e em outro o gel de quitosana com magnetita, as esferas formadas foram separadas da solução de NaOH e lavadas com água destilada até a obtenção de pH neutro. Após neutralizar, as esferas foram colocadas em béqueres contendo um

agente reticulante (glutaraldeído 1%), permanecendo imersas na solução por 4 horas. Em seguida, foram lavadas e colocadas em placas de pertri onde permaneceram secando naturalmente por 4 dias, não sendo o tempo necessário para retirada total da água presente nas esferas, foi necessário leva-las para secar na estufa à 40 °C.

Na etapa do estudo cinético de adsorção, preparou-se uma solução de $K_2Cr_2O_7$ 100 ppm e dividiu-se as esferas de quitosana em 48 erlenmeyers, sendo que 24 deles continham 25 mg de esferas de quitosana (adsorvente) e 25 mL da solução de $K_2Cr_2O_7$ (adsorvato), os outros 24 continham 25 mg de esferas de quitosana modificada com magnetita (adsorvente) e 25 mL da solução de $K_2Cr_2O_7$ (adsorvato). Todos os erlenmeyers foram colocados no shaker e permaneceram sob agitação de 100 rpm até os tempos estabelecidos para retirada das amostras em duplicata, que foram: 15, 30, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300 e 360 minutos.

Na terceira etapa foi realizado o tratamento de dados, onde as amostras retiradas do shaker foram levadas para o espectrofotômetro UV-Vis para medida de absorvância. Por meio da medida de absorvância e pela equação da reta ($A=0,00254 + 0,0196[Cr]$) foi possível calcular a concentração da solução de $K_2Cr_2O_7$ após cada tempo de análise. A equação da reta foi obtida através da curva de calibração, a qual foi realizada com concentrações de 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm, 35 ppm e 40 ppm, no espectrofotômetro UV-vis.

Para calcular a quantidade de cromo retido nas esferas utilizou a seguinte equação:

$$q = \frac{(C_o - C_f)V}{m}$$

Onde C_o e C_f representam as concentrações em mg/L de íons metálicos presentes no início e no final do experimento de adsorção respectivamente, (V) é o volume da solução em L e (m) é a massa de adsorvente em gramas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os materiais adsorventes obtidos foram: esferas de quitosana e esferas de quitosana modificada com magnetita, como mostrado na Figura 1.

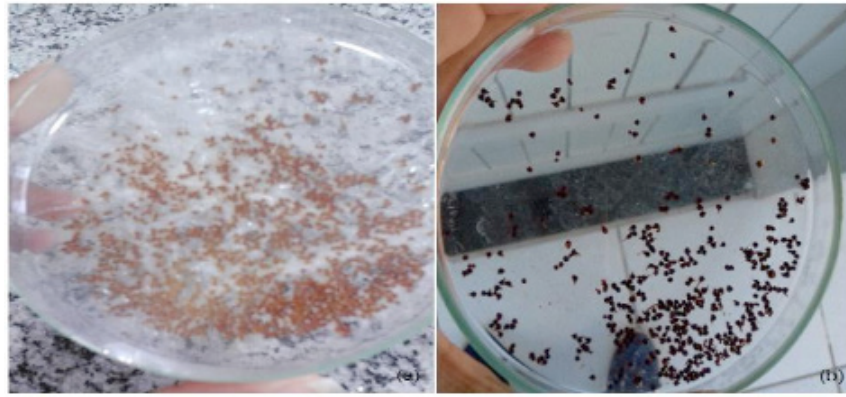


Figura 1 – Esferas de quitosana (a) e esferas de quitosana com magnetita (b)

Tem-se a necessidade de trabalhar com a quitosana no formato de esferas para poder aumentar sua área superficial, característica essa que lhe confere maior capacidade de adsorção de íons metálicos, cinética de adsorção mais rápida e maior facilidade de manuseio e operação.

As esferas de quitosana foram modificadas com magnetita (Figura 2) para que fosse possível realizar um estudo comparativo na cinética de adsorção dos dois materiais.

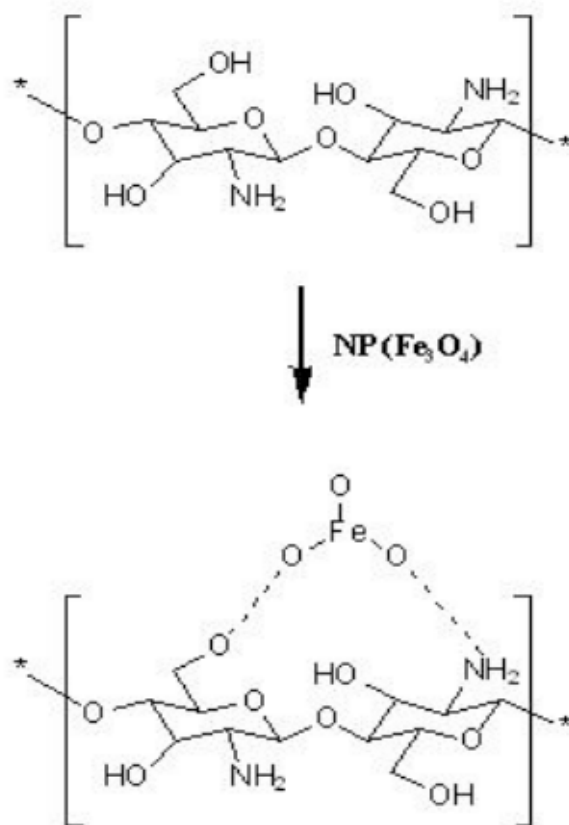


Figura 2 – Modificação da cadeia de quitosana com magnetita

Já o processo de reticulação (Figura 3) das esferas é necessário para aumentar ou conferir propriedades importantes dos materiais a serem possivelmente usados para empacotamento de colunas, como: tornar o polímero insolúvel em meio ácido,

melhorar a sua resistência à degradação química e biológica, incrementar a força mecânica e resistência à abrasão. Deste modo a reticulação das cadeias foi realizada com glutaraldeído através do entrecruzamento que causou bloqueio dos grupos amino presentes na quitosana pelos grupos aldeídos.

Após o processo de reticulação foi necessário realizar a secagem das esferas para poder retirar a maior quantidade possível da água presente nelas. Apesar de existirem outros métodos de secagem, provavelmente mais eficazes, como por exemplo a secagem por liofilização, realizamos a secagem por estufa, por ser um método de menor custo e maior praticidade.

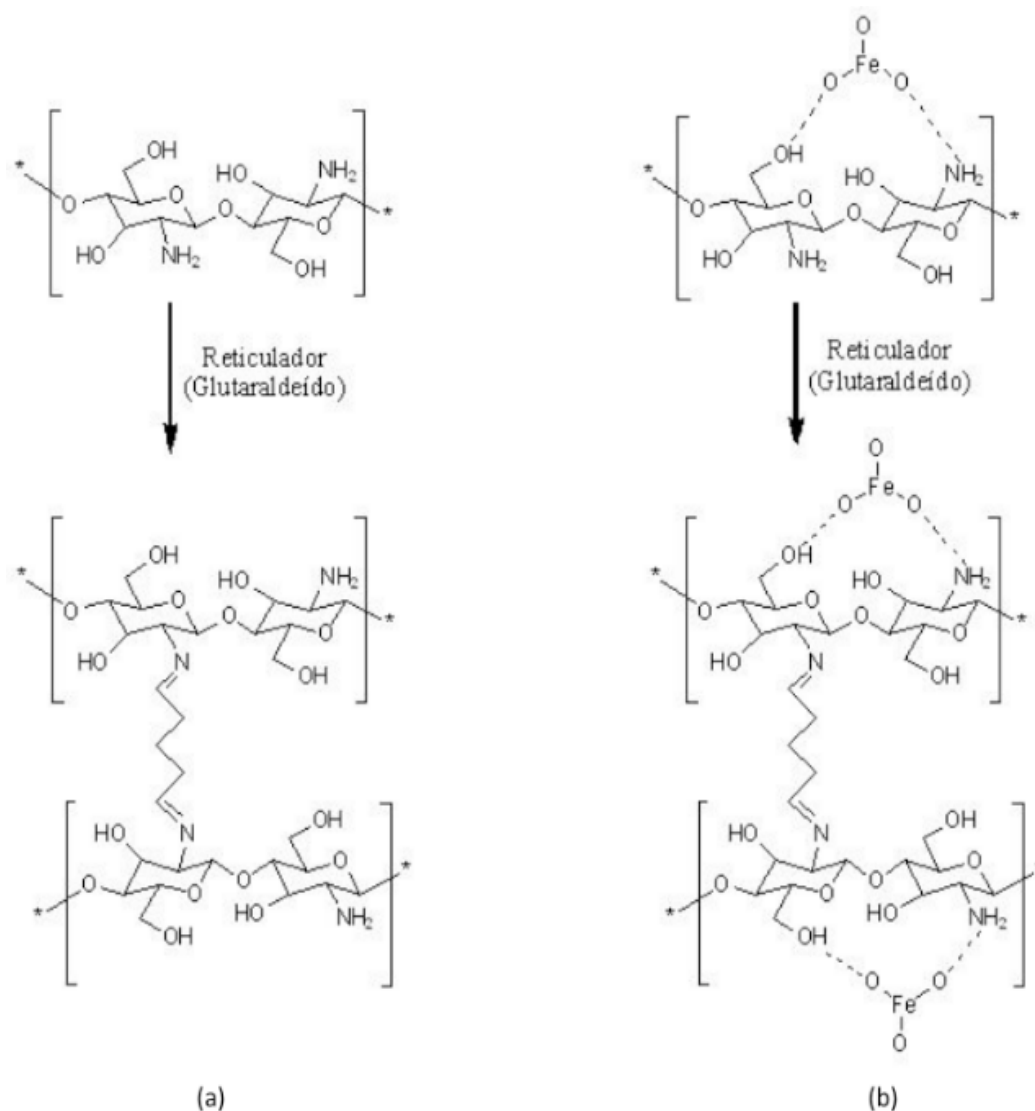


Figura 3 – Reticulação da cadeia de quitosana (a) e reticulação da cadeia de quitosana com magnetita (b)

A curva de calibração realizada com concentrações de 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm, 35 ppm e 40 ppm, no espectrofotômetro UV-vis, obteve o gráfico da Figura 4, com equação da reta $A=0,00254 + 0,0196X$ e coeficiente de correlação $(r) = 0,99982$.

Os dados da equação da reta foram usados para calcular as concentrações de Cr^{6+} utilizando as absorvâncias medidas após cada tempo de adsorção.

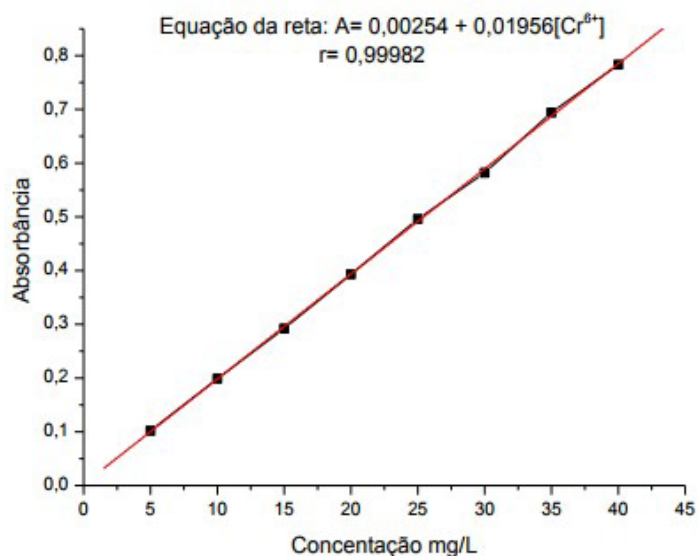


Figura 4 - Curva de calibração Cr^{6+}

No experimento de adsorção com esferas de quitosana, observa-se que, a quantidade de Cr^{6+} retido nas esferas de quitosana vai aumentando à medida que há o acréscimo no tempo.

De acordo com o apresentado no gráfico (a) da Figura 5, no tempo de aproximadamente 150 minutos é observado um estado de equilíbrio, onde nesse tempo foram retidos, aproximadamente 31,3 mg de adsorvato por grama de adsorvente, e nos tempos posteriores não há uma variação considerável no aumento da quantidade de material adsorvido.

A porcentagem de adsorção com 31,3% teve o mesmo comportamento da quantidade de material adsorvido, aumentando à medida que há o acréscimo no tempo de contato entre o adsorvato e o adsorvente, como observa-se no gráfico (b) da Figura 5.

Assim como no experimento de adsorção com esferas de quitosana, a medida que se aumenta o tempo de contato da solução contendo Cr^{6+} com as esferas de quitosana modificada com magnetita, a concentração da solução vai diminuindo, tendo em vista que uma parte do Cr^{6+} fica retido nas esferas de quitosana.

O gráfico (a) da Figura 6 mostra que no tempo de aproximadamente 210 minutos é observado um estado de equilíbrio, onde nesse tempo foram retidos aproximadamente 29,1 mg de adsorvato por grama de adsorvente, e nos tempos posteriores não há uma variação considerável no aumento da quantidade de material adsorvido.

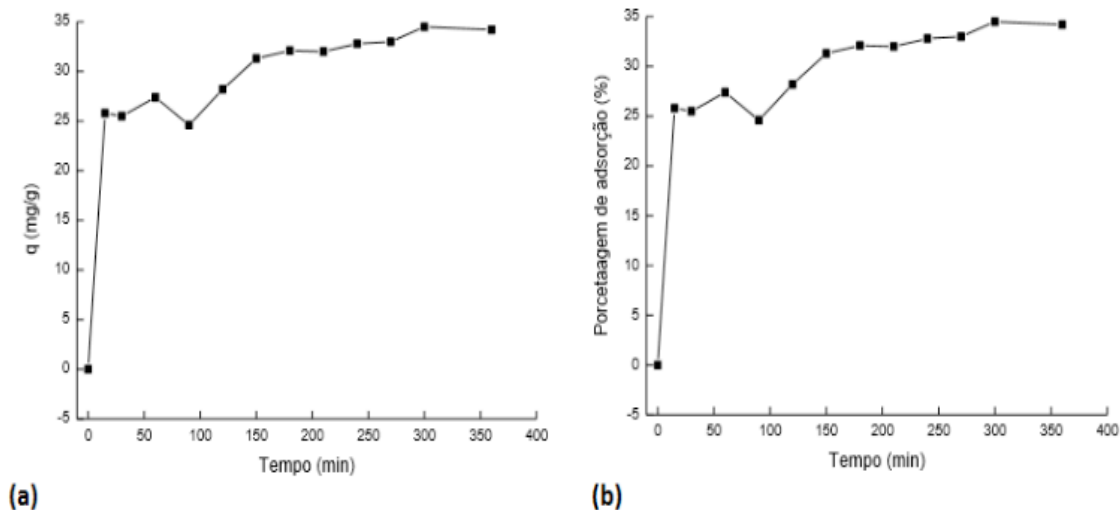


Figura 5 – Gráfico da quantidade de Cr^{6+} retido nas de esferas de quitosana (a), Gráfico da porcentagem de adsorção do Cr^{6+} com esferas de quitosana (b)

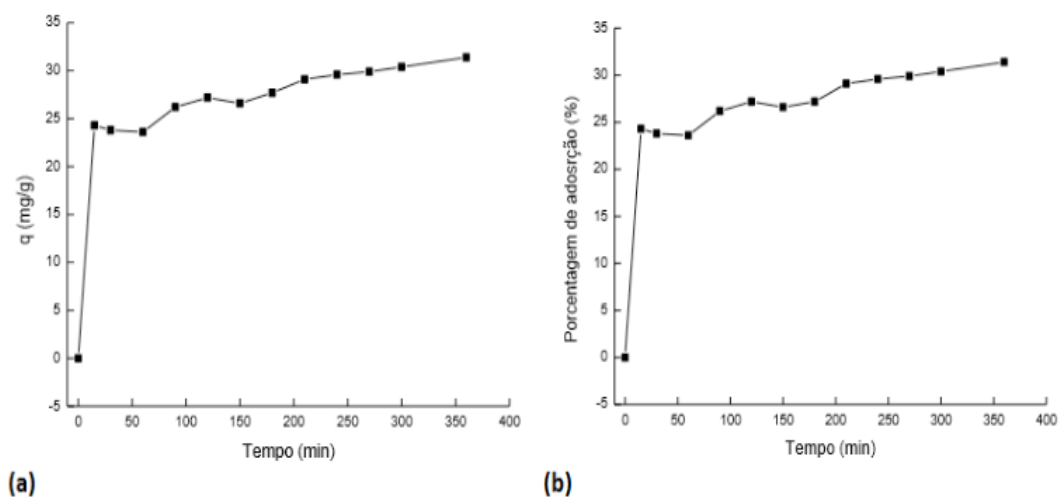


Figura 6 – Gráfico da quantidade de Cr^{6+} retido nas de esferas de quitosana modificada com magnetita (a), Gráfico da porcentagem de adsorção do Cr^{6+} com esferas de quitosana modificada com magnetita (b)

Nesse caso, a porcentagem de adsorção de 29,1% também apresentou o mesmo comportamento da quantidade de material adsorvido, aumentando à medida que há o acréscimo no tempo de contato entre o adsorvato e o adsorvente, como observa-se no gráfico (b) da Figura 6.

Observou-se uma diferença mínima entre resultados de quantidade de material adsorvido com esferas de quitosana e esferas de quitosana modificada com magnetita, deste modo é preferível o uso esferas de quitosana sem magnetita por apresentar menor custo econômico.

4 | CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e discutidos, pode-se observar que as esferas de quitosana e esferas de quitosana modificada com magnetita apresentaram capacidade de adsorção do Cromo (VI) em mesma magnitude.

O estudo cinético de adsorção apontou que, o estado de equilíbrio das esferas de quitosana foi atingido em 150 minutos, e o das esferas de quitosana modificada com magnetita foi atingido em 210 minutos. Adsorvendo, nesses tempos as quantidades de 31,3 mg/g e 29,1 mg/g, respectivamente. Nos tempos posteriores, em ambos experimentos, não houve uma variação considerável de quantidade de material adsorvido. A porcentagem de adsorção apresentou o mesmo comportamento.

A diferença entre resultados de quantidade de material adsorvido com esferas de quitosana e esferas de quitosana modificada com magnetita foi mínima, portanto é preferível o uso esferas de quitosana sem magnetita, tendo em vista que não existirão custos para produção da nanopartícula, diminuindo gastos financeiros e de tempo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. A. e SOUZA, R. F. **Aporte antropogênico de metais pesados em sedimentos de corrente de áreas de lixão, urbanizadas e agrícola, em Parelhas-RN, região semiárida do Brasil**, Geografia, vol. 21, n.3, p. 5-22, 2012.

BARROS, F. C. F.; CAVALCANTE, R.M.; CARVALHO, T. V.; DIAS, F. S.; QUEIROZ, D. C.; VASCONCELLOS, L. C. G. e NASCIMENTO, R. F. **Produção e caracterização de esfera de quitosana modificada quimicamente**. Rev. Iberoamer. Polím., 7(4), 232246, 2006.

CAMARA, Alisson Schons. **Adsorção de cromo (VI) em leito fixo utilizando partículas de areia recobertas com quitosana**. 2014. 79 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande - RS, Brasil, 2014.

FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. C. M. e STAMFORD, T. L. M. **Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos**. Rev. Iberoamer. Polím., 9(5), 435-451, 2008.

FLECK, L.; TAVARES, M.H.F. e EYNG, E. **Adsorventes naturais como controladores de poluentes aquáticos: uma revisão**. Revista EIXO, Brasília, DF, v. 2, n. 1, p. 39-52, jan. /Jun. 2013.

LAUS, R.; LARANJEIRA, M. C. M.; MARTINS, A. O.; FÁVERE, V. T.; PEDROSA, R. C.; BENASSI, J. C. e GEREMIAS, R. **Microesferas de quitosana reticuladas com tripolifosfato utilizadas para remoção da acidez, Ferro (III) e Manganês (II) de águas contaminadas pela mineração de carvão**. Quim. Nova, Vol. 29, Nº. 1, 34-39, 2006.

MATOS, Hannah Larissa Siqueira. **Síntese de nanopartículas de óxido de ferro funcionalizadas para remoção de pb2+**. 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, 2016.

OLIVEIRA, L. F. C.; LEMKE-DE-CASTRO, M. L.; RODRIGUES, C.; BORGES, J. D. **Isotermas de sorção de metais pesados em solos do cerrado de Goiás**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 14, n.7, p. 776-782, 2010.

PIETROBELLI, Juliana Martins Teixeira de Abreu. **Avaliação do potencial de biossorção dos íons Cd (II), Cu (II) e Zn (II) pela macrófita Egeria densa**. 2007. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química: Desenvolvimento de Processos) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná,

Toledo, 2007.

SILVA, R. C.; ANDRADE Jr., M. A. S. e CESTARI, A. R. **Adsorção de Cr (VI) em esferas reticuladas de quitosana – Novas correlações cinéticas e termodinâmicas utilizando microcalorimetria isotérmica contínua.** Quim. Nova, Vol. 33, Nº. 4, 880884, 2010.

SILVA, M. F.; PINEDA, E. A. G. e BERGAMASCO, R. **Aplicação de óxidos de ferro nanoestruturados como adsorventes e fotocatalisadores na remoção de poluentes de águas residuais.** Quim. Nova, Vol. 38, Nº. 3, 393-398, 2015.

TOLEDO, A. M. N. e SOARES, L. A. S. **Bionanopartículas: principais aspectos e aplicações da matéria orgânica em escala nanométrica.** HOLOS, Ano 32, Vol. 1, 2016.

VALENTINE, A.; LARANJEIRA, M. C. M.; FIORE, S.; FÁVERE, V. T. e KLUG, M. **Processo alternativo para remoção de Cobre (II) e Níquel (II) de soluções aquosas utilizando cápsulas de quitosana – Álcool polivinílico.** Química Nova, 23(1), 2000.

YAMAMURA, M. **A química das quitosanas.** Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN. Brasil, 2006. Disponível em: http://www.crq4.org.br/print_ver.php?p=13533.

YAMAMURA, M.; HORITA, A. S. e ODA, H. T. Y.; STOPA, L. C. B. **Caracterização das partículas magnéticas de quitosana.** 18º CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Porto de Galinhas, PE, Brasil, 2008.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-474-0

