

Princípios de Química

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)



Atena
Editora
Ano 2019

Carmen Lúcia Voigt
(Organizadora)

Princípios de Química

Atena Editora
2019

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Boa leitura.

Carmen Lúcia Voigt

SUMÁRIO

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

*Danilo Diniz Siqueira
Edcleide Maria Araújo
Elieber Barros Bezerra*

DOI 10.22533/at.ed.2211924065

CAPÍTULO 6 50

SÍNTESE E COMPORTAMENTO REOLÓGICO DE HPAM TERMORRESPONSIVA

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

DOI 10.22533/at.ed.2211924066

CAPÍTULO 7 58

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

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

DOI 10.22533/at.ed.2211924067

CAPÍTULO 8 64

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

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

DOI 10.22533/at.ed.2211924068

CAPÍTULO 9 74

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

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

DOI 10.22533/at.ed.2211924069

CAPÍTULO 10 79

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

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

DOI 10.22533/at.ed.22119240610

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

CAPÍTULO 16 147

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

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

DOI 10.22533/at.ed.22119240616

CAPÍTULO 17 157

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

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

DOI 10.22533/at.ed.22119240617

CAPÍTULO 18 166

REMOÇÃO DO CORANTE DIRECT BLACK 22 ATRAVÉS DE ADSORÇÃO

Déborah Fernanda Mamedes da Silva
Deivid Sousa de Figueiroa

DOI 10.22533/at.ed.22119240618

CAPÍTULO 19 177

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

Nathália Favarin da Silva
Enrique Chaves Peres
Guilherme Luiz Dotto

DOI 10.22533/at.ed.22119240619

CAPÍTULO 20 186

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

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

DOI 10.22533/at.ed.22119240620

CAPÍTULO 21 195

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

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

CAPÍTULO 22 202

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

Giovani Santana Silva

Ângelo Capri Neto

Maria da Rosa Capri

DOI 10.22533/at.ed.22119240622

CAPÍTULO 23 215

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

Lúcia Allebrandt da Silva Ries

Joyce Helena da Silveira

DOI 10.22533/at.ed.22119240623

CAPÍTULO 24 227

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

Sharise Beatriz Roberto

Jomar Berton Junior

Rúbia Michele Suzuki

Elton Guntendorfer Bonafé

Makoto Matsushita

Edmilson Antonio Canesin

DOI 10.22533/at.ed.22119240624

CAPÍTULO 25 242

HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMINARES PARA REMOÇÃO DE POLUENTES AQUOSOS

María Magdalena Costanzo

Rocio Belén Garate

Nora Alejandra Comelli

Nora Andrea Merino

DOI 10.22533/at.ed.22119240625

CAPÍTULO 26 253

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

Kimberly Paim Abeta

Marie Lídio dos Santos Galvão Ribeiro

Larissa Soares Lima

Leila Maria Aguilera Campos

Sirlene Barbosa Lima

Maria Luiza Andrade da Silva

DOI 10.22533/at.ed.22119240626

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

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

Lúcia Allebrandt da Silva Ries

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul –
Unidade Novo Hamburgo - Rua Inconfidentes, 395
- CEP: 93340-140 – Novo Hamburgo - RS – Brasil

Joyce Helena da Silveira

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul –
Unidade Porto Alegre - Av. Bento Gonçalves, 8855
- CEP 91540-000 - Porto Alegre – RS – Brasil

RESUMO: No presente trabalho carvões ativados comerciais e carvão vegetal de baixo custo, produzido a partir da pirólise rápida (600 °C) da casca de arroz, foram estudados frente à remoção de Cr(VI), empregando soluções sintéticas. Diluídas. Os diferentes materiais foram caracterizados através da área superficial, tamanho de grão, morfologia e ensaios de adsorção. A eficiência foi avaliada em função da concentração de adsorvente, tempo de contato, pH e agitação da solução. Os resultados obtidos revelaram elevada capacidade de adsorção de Cr(VI) por parte dos carvões ativados comerciais estudados, consequência da elevada área superficial apresentada pelos mesmos. Incrementos na dosagem do adsorvente, no tempo de contato e na agitação da solução, assim como, reduções no tamanho de partícula do adsorvente e no pH da solução acentuaram as propriedades de adsorção. Por sua vez, o carvão vegetal

produzido a partir da casca de arroz apresentou resultados promissores, alcançando eficiência similar à apresentada pelos carvões ativados comerciais estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Cr(VI); cromo hexavalente; carvão ativado; carvão vegetal de baixo custo; casca de arroz.

ABSTRACT: In the present work, commercial activated carbons and low cost charcoal, produced from the pyrolysis (600 °C) of the rice husk, were evaluated in relation to removal of Cr(VI) employing synthetic aqueous solutions. The materials were characterized by surface area, particle size measurements, morphology and adsorption tests. The removal efficiency was evaluated as a function of adsorbent dosage, contact time, pH and agitation of the solution. The results showed high Cr(VI) adsorption capacity by commercial activated carbons, as a consequence of the high surface area presented by them. Increases in adsorbent dosage, contact time and solution agitation as well as reductions in particle size of the adsorbent and in the pH of the solution accentuated the adsorption properties. On the other hand, the low cost charcoal studied presented promising results, reaching efficiency similar to that presented by the commercial activated carbons studied.

KEYWORDS: Cr(VI); hexavalent chromium; activated carbon; low cost charcoal; rice husk.

1 | INTRODUÇÃO

A industrialização e a taxa de consumo crescente em nossa sociedade têm sido responsáveis pelo aumento da poluição ambiental, gerada pelo lançamento de elevadas concentrações de poluentes no meio ambiente. Entre os contaminantes mais prejudiciais estão os metais pesados (Cr, Pb, Cd, Ni, Hg, Zn e Cu), considerados potencialmente tóxicos (Burakov et al., 2018). Tais elementos, ao serem lançados no meio ambiente, sem prévio tratamento, podem contaminar o solo, subsolo e lençóis freáticos, trazendo sérias consequências para a saúde de todos os seres vivos (Liu et al., 2007). O cromo é um dos metais pesados que tem recebido maior atenção devido à sua elevada toxicidade. O elemento pode existir em diferentes estados de oxidação, sendo o Cr(III) e o Cr(VI) os dois estados mais estáveis e predominantes. O Cr(VI) é bioacumulativo e extremamente tóxico, com potencial carcinogênico e mutagênico reconhecido pela Organização Mundial de Saúde (Karthikeyan et al., 2005). Em função de sua elevada solubilidade, pode ser facilmente absorvido pelos organismos vivos, tornando-se um problema de saúde pública, mesmo em baixos níveis de concentração.

As principais fontes de lançamento de cromo no meio ambiente são as indústrias de metalurgia, galvanoplastia, fertilizantes, curtume, têxteis, celulose e tintas (Elabbas et al., 2016). Vários métodos podem ser empregados na remoção das espécies de cromo em efluentes aquosos, como precipitação química, extração, filtração por membrana, troca iônica, remoção eletroquímica, coagulação, etc (Babel e Kurniawan, 2004; Wu et al., 2017). No entanto, tais métodos apresentam algumas desvantagens como remoção incompleta, demanda energética, baixa eficiência, condições de operação sensíveis e custo elevado (Burakov et al., 2018). Para superar estas desvantagens, novas tecnologias, mais eficientes e de menor custo, vêm sendo propostas (Di Natale et al., 2007; Altun e Kar, 2002; Arslan e Pehlivan, 2007).

Devido à sua estrutura porosa, constituída por camadas de carbono hidrofóbico e grupos funcionais superficiais hidrofílicos, o emprego de carvão ativado (CA), como material adsorvente, oferece uma tecnologia eficiente na remoção de metais pesados presentes em concentrações traço. Entretanto, em função dos processos utilizados em sua produção, o CA possui custo relativamente elevado, o que restringe sua aplicação em tratamento de efluentes industriais (Di Natale et al., 2007; Guo et al., 2002). Por essa razão, o conhecimento das características estruturais, bem como, das condições ótimas operacionais para a remoção de Cr(VI), tornam-se fundamentais para maximizar a capacidade de adsorção desses materiais, promovendo, dessa forma, um tratamento mais eficiente e econômico. A preocupação por tratamentos eficientes e econômicos encontrou, nos últimos anos, um largo campo de pesquisa relacionado à produção e aplicação de materiais adsorventes provenientes de resíduos agroindustriais (Arampatzidou e Deliyanni, 2016).

Os significativos avanços no desempenho do agronegócio, observado nas últimas décadas no Brasil, implicaram na geração de elevada quantidade de resíduos

agroindustriais. Esses resíduos constituem, atualmente, um grande desafio a ser superado, pois podem ser responsáveis pelo agravamento de problemas ambientais globais, como o efeito estufa, a destruição da camada de ozônio e o comprometimento da biodiversidade; além de impactos ambientais locais, como a poluição do ar e a contaminação do solo e de águas superficiais e subterrâneas (Rosa et al., 2011) Conceitos relacionados à minimização, recuperação, aproveitamento e bioconversão de resíduos são cada vez mais difundidos e necessários para a otimização da eficiência do agronegócio, redução dos impactos ao meio ambiente e para geração de novos produtos de alto valor agregado (Costa Filho et al., 2017)

Neste contexto, o presente trabalho apresentou dois objetivos: i) determinar as condições ótimas para remoção de Cr(VI) empregando carvões ativados comerciais; ii) avaliar a eficiência na remoção de Cr(VI) empregando carvão vegetal produzido a partir da pirólise da casca de arroz, e traçar um paralelo com a eficiência apresentada pelos carvões ativados comerciais.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais adsorventes

Os adsorventes empregados nesse trabalho foram:

i) Carvões ativados comerciais de diferentes granulometrias, identificados por “CAP” (Carvão Ativado em Pó), CAg (Carvão Ativado Granular – grãos menores) e CAG (Carvão Ativado Granular – grãos maiores).

ii) Carvão vegetal de baixo custo produzido a partir da pirólise da casca de arroz a 600 °C (CVA-600). O processo foi realizado em uma planta laboratorial desenvolvida pelo grupo de pesquisa de Intensificação, Modelagem, Simulação, Controle e Otimização de Processos (GIMSCOP) do Departamento de Engenharia Química da UFRGS, conforme metodologia descrita por Raymundo e Trierweiler (2015).

2.2 Caracterização estrutural e morfológica dos adsorventes

A determinação da área superficial dos adsorventes estudados foi realizada empregando o método da adsorção de nitrogênio, desenvolvido por Brunauer-Emmett-Teller (BET), no laboratório de Sólidos e Superfícies do Instituto de Química da UFRGS.

A determinação do tamanho de partícula dos adsorventes foi realizada empregando o analisador granulométrico por difração a laser da marca CILAS, modelo 1180, do Laboratório de Termoanálise do Departamento de Engenharia de Processos da CIENTEC.

A determinação da morfologia dos adsorventes foi realizada empregando a microscopia eletrônica de varredura (MEV) do Centro de Microscopia e Microanálise (CMM) da UFRGS.

2.3 Curva analítica para quantificação de Cr(VI)

Para construção da curva analítica foram preparadas soluções de Cr(VI), com concentrações na faixa de 0,2 a 2,0 mg.L⁻¹, a partir de uma solução estoque de dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇), preparada por dissolução de 0,7071 g de K₂Cr₂O₇ em 500 mL de água destilada. A quantificação de Cr(VI) foi realizada empregando o método espectrofotométrico da 1,5-difenilcarbazida, em meio ácido (APHA, 1995). Na faixa de concentração estudada, o comportamento foi linear, sendo o coeficiente de correlação igual a 0,998. Todas as soluções foram preparadas com reagentes de grau analítico e água destilada.

A eficiência do adsorvente frente à remoção de Cr(VI) foi estimada empregando a Equação 1, apresentada abaixo:

$$E(\%) = [(C_0 - C_e) / C_0] \times 100 \quad (1)$$

Onde C_0 e C_e (mg.L⁻¹) representam, respectivamente, as concentrações inicial e residual (no equilíbrio) de Cr(VI).

2.4 Ensaios de adsorção – Carvões ativados comerciais

2.4.1 Efeito da dosagem do adsorvente

A influência da dosagem de adsorvente no processo de adsorção de Cr(VI) foi avaliada na faixa de 0,005 a 0,35 g de carvão, utilizando 50 mL de solução aquosa, com concentração inicial de 2 mg.L⁻¹ de Cr(VI) e pH 3,0. Os sistemas foram mantidos em shaker sob agitação orbital de 150 rpm, durante 2 h e temperatura de 25 °C. Após, procedeu-se à filtração, e alíquotas foram retiradas do sobrenadante para determinação da concentração residual de Cr(VI), empregando o método espectrofotométrico da 1,5-difenilcarbazida. Os ensaios foram realizados em triplicata.

2.4.2 Efeito da agitação da solução

A influência da agitação no processo de adsorção de Cr(VI) foi avaliada na faixa de 0 a 350 rpm, utilizando 50 mL de solução aquosa, com concentração inicial de 2 mg.L⁻¹ de Cr(VI), pH 3,0 e 0,2 g de carvão ativado. Os sistemas foram mantidos em shaker durante 2 h e temperatura de 25 °C. Após, procedeu-se à filtração, e alíquotas foram retiradas do sobrenadante para determinação da concentração residual de Cr(VI), empregando o método espectrofotométrico da 1,5-difenilcarbazida. Os ensaios foram realizados em triplicata.

2.4.3 Efeito do pH da solução

A influência do pH da solução no processo de adsorção de Cr(VI) foi avaliada na faixa de 0 a 10, utilizando 50 mL de solução aquosa, com concentração inicial de 2 mg.L⁻¹ de Cr(VI) e 0,2 g de carvão ativado. Os sistemas foram mantidos em shaker

sob agitação orbital de 150 rpm, durante 2 h e temperatura de 25°C. Após, procedeu-se à filtração, e alíquotas foram retiradas do sobrenadante para determinação da concentração residual de Cr(VI), empregando o método espectrofotométrico da 1,5-difenilcarbazida. Os ensaios foram realizados em triplicata.

2.4.4 Efeito do tempo de contato

A influência do tempo de contato no processo de adsorção de Cr(VI) foi avaliada, utilizando 50 mL de solução aquosa, com concentração inicial de 2 mg.L⁻¹ de Cr(VI), pH 3,0 e 0,2 g de carvão ativado. Os sistemas foram mantidos em shaker sob agitação orbital de 150 rpm, por tempos pré-determinados. Após, procedeu-se à filtração, e alíquotas foram retiradas do sobrenadante para determinação da concentração residual de Cr(VI), empregando o método espectrofotométrico da 1,5-difenilcarbazida. Os ensaios foram realizados em triplicata.

2.5 Ensaios de adsorção – carvão produzido por pirólise (a 600 °C) da casca de arroz

2.5.1 Efeito da dosagem do adsorvente

Os ensaios foram realizados de forma análoga aos realizados com os carvões ativados comerciais.

2.5.2 Efeito do tempo de contato

Os ensaios foram realizados de forma análoga aos realizados com os carvões ativados comerciais.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização estrutural e morfológica dos adsorventes

A Tabela 1 resume as características estruturais dos quatro adsorventes estudados.

Adsorvente	Área superficial média (m ² g ⁻¹)	Volume do poro médio (cm ³ g ⁻¹)	Tamanho de partícula médio (µm)
CAG	658 ± 7	0,0286 ± 0,0005	3,13 x 10 ³
CAG	860 ± 7	0,212 ± 0,001	1,11 x 10 ³
CAP	875 ± 7	0,301 ± 0,001	1,07 x 10
Carvão vegetal produzido	11,56	0,0341 ± 0,0005	4,34 x 10

Tabela 1. Caracterização estrutural dos adsorventes estudados.

Os resultados obtidos pela isoterma de BET evidenciaram uma elevada área superficial para os três carvões ativados comerciais, com o carvão em pó apresentando a maior área superficial. Por outro lado, a área superficial apresentada pelo carvão vegetal produzido foi consideravelmente pequena (cerca de duas ordens de grandeza inferior), o que pode ser atribuído a dois fatores:

- As condições operacionais empregadas no processo de produção do adsorvente. O carvão ativado passa pelo processo denominado de ativação, cujo objetivo é propiciar o aumento da porosidade do material carbonáceo produzido na carbonização da biomassa. Os métodos mais aplicados na preparação de carvão ativado são a ativação física e a ativação química. A ativação física emprega em tratamentos térmicos, com temperaturas relativamente elevadas, fazendo uso de um fluido inerte por períodos prolongados. A ativação química, por outro lado, faz uso de reagentes químicos para aumentar a área superficial dos materiais (Foo e Hameed, 2011).
- A composição química da casca de arroz, material precursor usado na produção do adsorvente estudado. O carvão vegetal produzido a partir da casca de arroz é rico em silício e oxigênio, enquanto que os carvões ativados comerciais são ricos em carbono. Resultados obtidos por espectroscopia de energia dispersiva (EDS), não discutidos neste trabalho, revelaram concentrações médias de aproximadamente 27,89% em Si, 34,66% em C e 37,45% em O para o carvão vegetal e, de aproximadamente, 86,11% em C e 13,89% em O para os carvões ativados comerciais utilizados.

A figura 1 apresenta as microscopias dos adsorventes estudados.

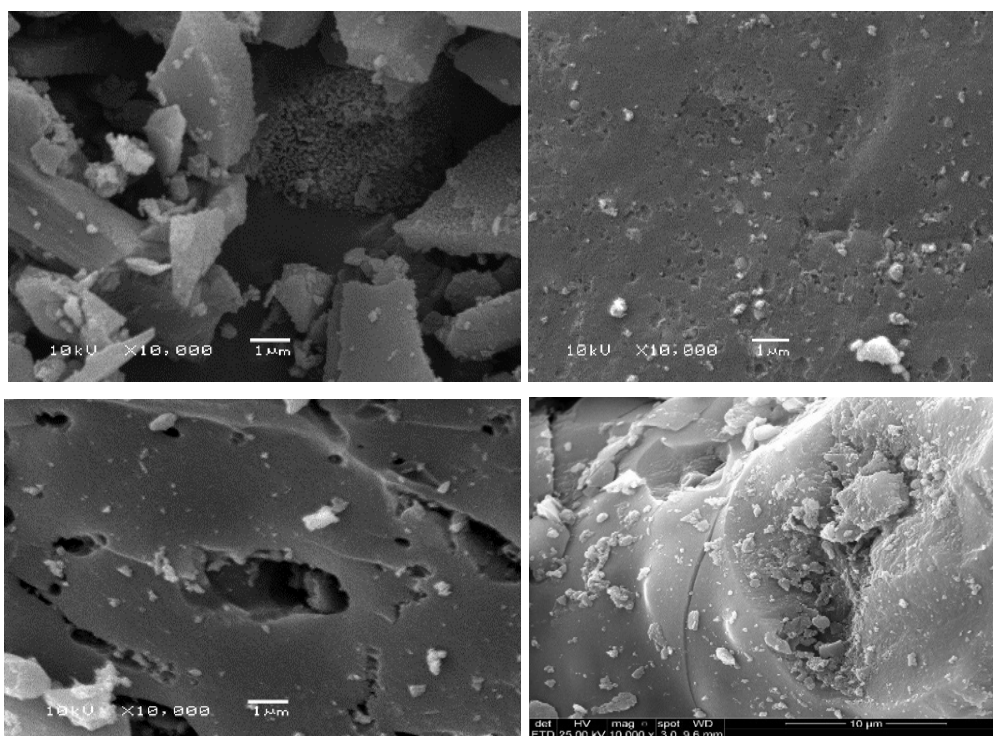


Figura 1. Imagens de microscopia eletrônica de varredura para os adsorventes estudados: a) CAP; b) CAg; c) CAG; d) CVA-600. Aumento de 10.000x.

Ambos os adsorventes estudados, quando observados no microscópio eletrônico de varredura, apresentaram superfícies irregulares. Os carvões ativados apresentaram, também, superfícies porosas, indicando alta área superficial, como demonstrado pela área superficial determinada (Tabela 1). O carvão vegetal produzido, por outro lado, apresentou uma superfície totalmente desprovida de poros, responsável pela baixa área superficial do material.

3.2 Ensaios de adsorção – Carvões ativados comerciais

3.2.1 Efeito da dosagem do adsorvente

A dosagem de adsorvente afeta fortemente a eficiência na remoção de cromo. Os resultados experimentais obtidos revelaram que a remoção de cromo aumenta à medida que a quantidade de adsorvente aumenta, atingindo um equilíbrio de ~100% na remoção com 1,5 g.L⁻¹ de adsorvente para os CAP e CAg, e um equilíbrio de ~81% na remoção com 7,8 g.L⁻¹ para o CAG, respectivamente. A eficiência de 100% atingida pelos CAP e CAg, com uma dosagem comparativamente baixa, pode ser atribuída à maior área superficial apresentada por estes, responsável pelo aumento no número de sítios ativos disponíveis. Adições crescentes superiores aos valores máximos encontrados não apresentaram efeito significativo no processo de adsorção, devido ao estabelecimento do equilíbrio entre as espécies de Cr(VI) na fase líquida e as na fase sólida.

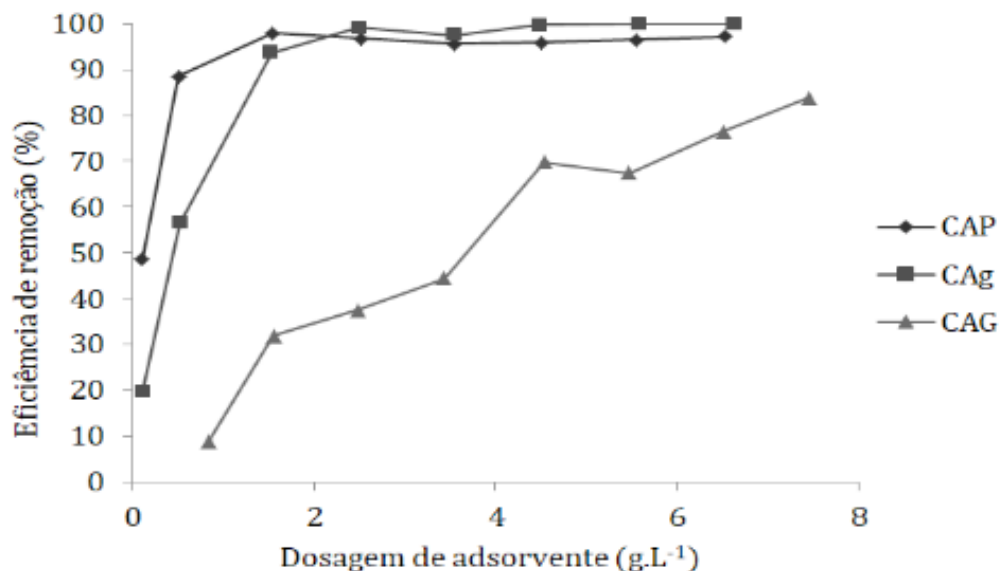


Figura 2. Influência da dosagem do adsorvente na remoção de Cr(VI).

3.2.2 Efeito da agitação da solução

Os resultados obtidos mostraram que a eficiência na remoção de Cr(VI), em geral, aumenta com o aumento da velocidade de agitação da solução. Tal comportamento pode ser atribuído ao aumento no grau de interações entre os íons presentes na

solução e os sítios de adsorção existentes no adsorvente. Constatou-se que os CAg e CAG alcançaram um equilíbrio de 100% na remoção a partir de 150 rpm de agitação, enquanto que para o CAP, a agitação da solução não apresentou influência na remoção de Cr(VI), alcançando 100% mesmo em solução totalmente estagnada. Esse comportamento pode ser atribuído ao reduzido tamanho de partícula apresentado pelo carvão ativado em pó ($10,7 \mu\text{m}$), responsável pela formação de uma suspensão, a qual favorece à maximização nas interações entre a superfície do adsorvente e os íons em solução. Os carvões granulares (tamanhos de partícula entre 3000 e $1000 \mu\text{m}$), contudo, não formam suspensões, necessitando que a solução seja agitada constantemente para aumentar o grau de interação entre a superfície dos mesmos e os íons em solução.

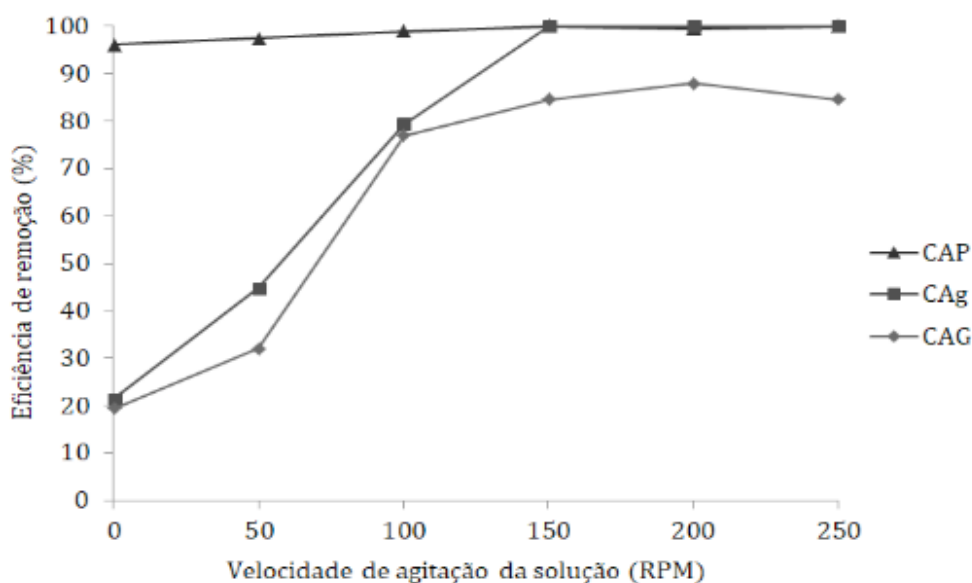


Figura 3. Influência da velocidade de agitação da solução na remoção de Cr(VI).

3.2.3 Efeito do pH da solução

O pH da solução apresenta um importante papel no processo de adsorção, pois determina a especiação química do elemento na solução, assim como a carga superficial do adsorvente. Os resultados obtidos demonstraram um comportamento semelhante para os três carvões ativados estudados, com a eficiência na remoção de Cr(VI) aumentando à medida que o pH da solução diminuiu, alcançando 100% de remoção a partir do pH 3,0.

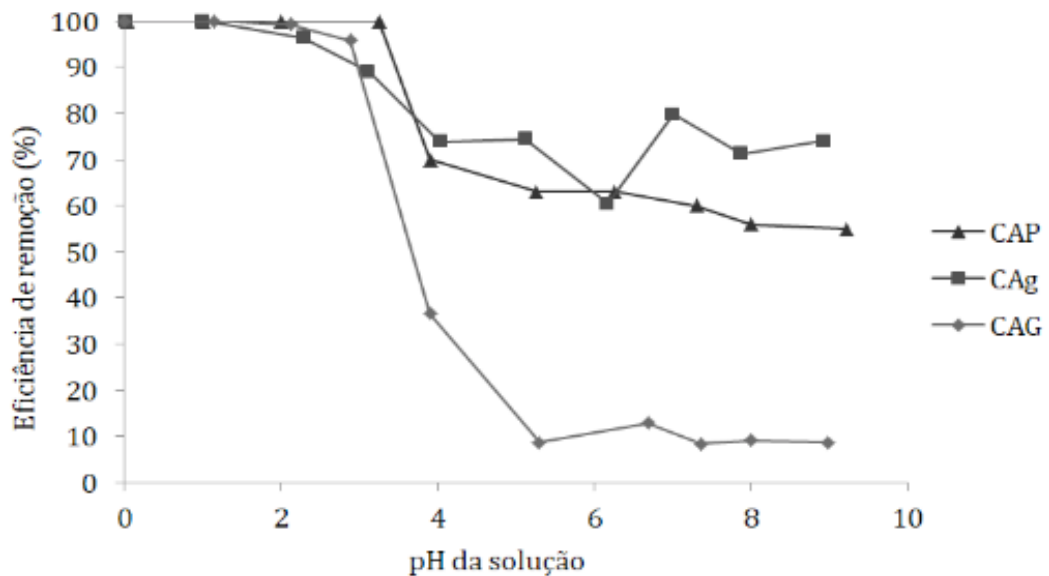


Figura 4. Influência do pH da solução na remoção de Cr(VI).

3.2.4 Efeito do tempo de contato

Relevantes informações foram obtidas através da realização deste ensaio. Dos carvões ativados estudados, o carvão que melhor resultado apresentou foi o CAP, atingindo 80% na remoção do cromo em aproximadamente 10 minutos. E com cerca de 100 minutos, CAP e CAg atingiram 100% na remoção. Por outro lado, o CAG (constituído por grãos maiores) necessitou de 180 minutos para alcançar um valor máximo de 80% na remoção: um intervalo de tempo elevado para uma remoção 20% inferior.

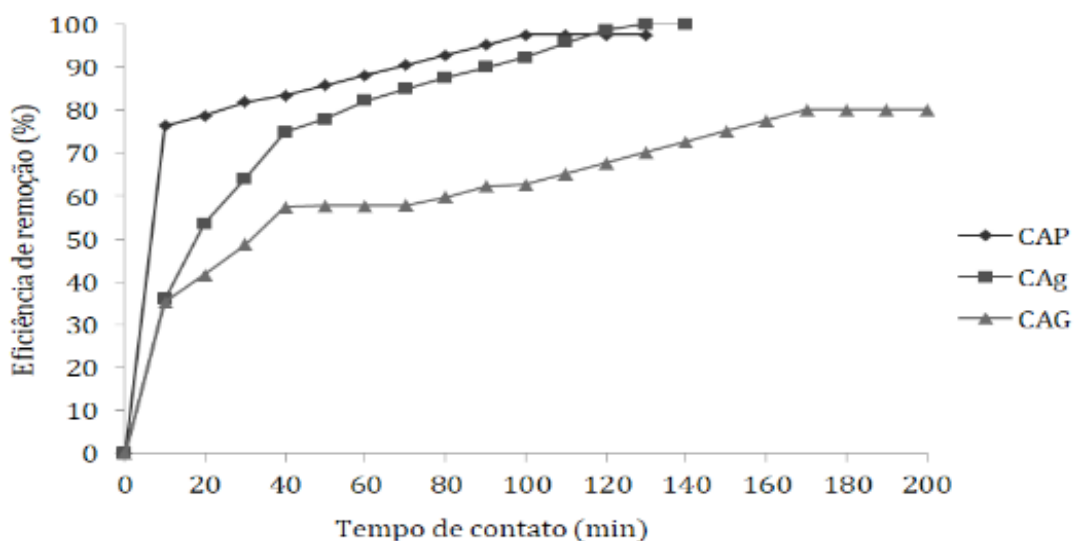


Figura 5. Influência do tempo de contato na remoção de Cr(VI).

3.3 Ensaios de adsorção – Carvão produzido por pirólise (a 600°C) da casca de arroz

A tabela 2 apresenta a eficiência de remoção de Cr(VI) apresentada pelos

diferentes materiais adsorventes estudados.

Material adsorvente	Dosagem de adsorvente (g L ⁻¹)	Tempo de contato (min)	Eficiência de remoção (%)
CAP	4,0	100	100
CAG	4,0	120	100
CAG	4,0	180	78,1
Carvão vegetal produzido	4,0	180	83,8
Carvão vegetal produzido	3,4	180	85,5

Tabela 2. Eficiência de remoção apresentada pelos diferentes materiais adsorventes estudados em termos da dosagem do adsorvente e do tempo de contato da solução com o adsorvente.

3.3.1 Influência da dosagem do adsorvente

Os valores experimentais apresentados na tabela 2 demonstram que cerca de 4,0 g.L⁻¹ dos carvões ativados CAP e CAG removeram 100% de Cr(VI) em 100 e 120 minutos, respectivamente. Por outro lado, o carvão ativado CAG, em 180 minutos, removeu apenas cerca de 78,1%, para a mesma dosagem. O carvão vegetal produzido a partir da pirólise da casca do arroz (a 600 °C) removeu cerca de 85,5% e 83,8% de Cr(VI), em 180 minutos, com dosagens de 3,4 e 4,0 g.L⁻¹, respectivamente. Tais resultados demonstram: i) dosagens superiores a 3,4 g.L⁻¹ não são significativamente eficientes na remoção de Cr(VI), correspondendo esse valor à concentração crítica de adsorvente a ser empregada para a remoção máxima de Cr(VI) nas melhores condições previamente determinadas para os carvões ativados; ii) o excelente desempenho do carvão vegetal adsorvente produzido, principalmente se comparado à simplicidade do processo de produção empregado em relação ao carvão ativado comercial.

3.3.2 Efeito do tempo de contato

Os valores apresentados na tabela 2 revelam que o carvão vegetal aplicado na dosagem de 4,0 g.L⁻¹ removeu cerca de 83,8% de Cr(VI) em 180 minutos, enquanto que o CAP e o CAG removeram 100% em cerca de 100 e 120 minutos, respectivamente. O CAG, por outro lado, demandou 180 minutos para remover cerca de 78,1%. Comparado com os carvões de maior área superficial estudados (CAP e CAG), o carvão vegetal produzido demandou um tempo de interação maior para uma remoção de Cr(VI) inferior a 100%. Por outro lado, o desempenho superior apresentado em relação ao carvão granular de menor área superficial demonstra a eficiência do material produzido. Menores tempos de interação (cerca de 120 minutos) foram obtidos somente após lavagens ácidas realizadas com o material produzido após a pirólise da casca de arroz.

4 | CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho, conclui-se que:

- Os carvões ativados comerciais estudados apresentaram elevado desempenho na remoção de cromo hexavalente presente em soluções aquosas sintéticas diluídas;
- Incrementos na dosagem do adsorvente, no tempo de contato e na agitação da solução, assim como, reduções no tamanho de partícula do adsorvente e no pH da solução acentuaram as propriedades de adsorção dos carvões ativados comerciais estudados, contribuindo para um tratamento mais eficiente e de menor custo;
- O carvão vegetal produzido a partir da pirólise (a 600 °C) da casca de arroz apresentou resultados promissores, alcançando eficiência elevada e similar à exibida pelos carvões ativados comerciais estudados, demonstrando a relevância do trabalho no que tange aplicação de um material adsorvente eficiente e de baixo custo para remoção de Cr(VI) em soluções sintéticas diluídas, produzido a partir de um resíduo agroindustrial de elevado impacto ambiental.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Jorge Otávio Trierweiler, líder do Grupo de Pesquisa Intensificação, Modelagem, Simulação, Controle e Otimização de Processos (GIMSCOP) do Departamento de Engenharia Química da UFRGS, pelas amostras de carvão vegetal.

Ao Laboratório de Termoanálise do Departamento de Engenharia de Processos da CIENTEC - Unidade em Cachoeirinha/RS, pela realização das análises granulométricas;

Ao Laboratório de Sólidos e Superfícies do Instituto de Química da UFRGS pela realização das análises de área superficial.

Ao Centro de Microscopia e Microanálise (CMM) da UFRGS pela realização das microscopias eletrônicas de varreduras e microanálises químicas.

REFERÊNCIAS

ALTUN, A.; KAR, Y. **Removal of Cr(VI) from aqueous solution by pyrolytic charcoals**. New Carbon Mater., v. 31, p501-509, 2016.

American Public Health Association (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19 ed. Washington, EUA, 1995.

ARAMPATZIDOU, A. C., DELIYANNI, E. A. **Comparison of activation media and pyrolysis temperature for activated carbons developed by pyrolysis of potato peels for effective adsorption of endocrine disruptor bisphenol-A**. J. Colloid Interf. Sci., v.466, 101-112, 2016.

ARSLAN, G., PEHLIVAN, E. **Batch removal of chromium(VI) from aqueous solution by Turkish brown coals**. Bioresour. Technol., v. 98, 2836-2845, 2007.

BABEL, S., KURNIAWAN, T. A. **Cr(VI) removal from synthetic wastewater using coconut shell**

charcoal and commercial activated carbon modified with oxidizing agents and/or chitosan. Chemosphere, v. 54, 951-967, 2004.

BURAKOV, A. E., EVGENY, V. G., BURAKOVA, I. V., KUCHEROVA, A. E., AGARWAL, S., TKACHEV, A. G., GUPTA, V. K. **Adsorption of heavy metals on conventional and nanostructured materials for wastewater treatment purposes: A review.** Ecotoxicol. and Environ. Safety, v. 148, 702-712, 2018.

COSTA FILHO, D. V.; SILVA, A. J.; SILVA, P. A. P.; SOUSA, F. C.; **Aproveitamento de resíduos agroindustriais na elaboração de subprodutos.** II Congresso Internacional das Ciências Agrárias – COINTER – PDVAgro 2017.

DI NATALE, F., LANCIA, A., MOLINO, A., MUSMARRA, D. **Removal of chromium ions from aqueous solutions by adsorption on activated carbon and char.** J. Hazard. Mater., v. 145, 381-390, 2007.

ELABBAS, S., MANDI, L., BERREKNIS, F., PONS, M. N., LECLERC, J. P. QUAZZANI, N. **Removal of Cr(III) from chrome tanning wastewater by adsorption using two natural carbonaceous materials: eggshell and powdered marble.** J. Environ. Manag., v. 166, 589-595, 2016.

FOO, K. I.; HAMEED, B. H. **Preparation and characterization of activated carbon from sunflower seed oil residue via microwave assisted K₂CO₃ activation.** Bioresource Technology, v. 102, p. 9794–9799, 2011.

KARTHIKEYAN, T., RAJGOPAL, S., MIRANDA, L. R. **Chromium(VI) adsorption from aqueous solution by Hevea brasiliensis sawdust activated carbon.** J. Hazard. Mater., B 124, 192-199, 2005.

LIU, S. X., CHEN, X., CHEN, X. Y., LIU, Z. F., WANG, H. I. J. **Activated carbon with excelente chromium (VI) adsorption performance prepared by acid-base surface modification.** Hazard. Mater., v. 141, 315-319, 2007.

RAYMUNDO, L. M.; TRIERWEILER, J. O. **Pirólise rápida de casca de arroz.** XIV Oktoberfórum – PPGEQ. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 1-8, 2015.

ROSA, M.F.; SOUZA FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, M.C.B.; MORAIS, J.P.S.; SANTAELLA, S.T.; LEITÃO, R.C. **Valorização de Resíduos da Agroindústria.** II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais – II SIGERA. Foz do Iguaçu, PR. v.1 – palestras, p.98-105, 2011.

WU, Y., MING, Z., YANG, S., FAN, Y., FANG, P., SHA, H., CHA, L. **Adsorption of hexavalent chromium onto Bamboo Charcoal grafted by Cu²⁺ -N-aminopropylsilane complexes: Optimization, kinetic, and isotherm studies.** Journal of industrial and engineering chemistry. J. Ind. Eng. Chem., v. 46, 222-233, 2017.

SOBRE A ORGANIZADORA

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

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

