



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

**SÍNTESE DE UM COMPÓSITO EMPREGANDO O RESÍDUO DO
PROCESSAMENTO DO QUARTZITO E QUITOSANA E SUA UTILIZAÇÃO NA
ADSORÇÃO DO CORANTE REATIVO PRETO 5**

JEAN COTA COURA

ALEGRE, ES

2020

Jean Cota Coura

**SÍNTESE DE UM COMPÓSITO EMPREGANDO O RESÍDUO DO
PROCESSAMENTO DO QUARTZITO E QUITOSANA E SUA UTILIZAÇÃO NA
ADSORÇÃO DO CORANTE REATIVO PRETO 5**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Química do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Química.

Área de Concentração: Engenharia Química

Linha de Pesquisa: Materiais, Bioprocessos e Meio Ambiente

Orientadora: Prof. Luciene Paula Roberto Profeti, PhD

Coorientador: Prof. Demetrius Profeti, PhD

ALEGRE, ES

Fevereiro de 2020

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

C858s Coura, Jean Cota, 1993-
Síntese de um compósito empregando o resíduo do
processamento do quartzito e quitosana e sua utilização na adsorção
do corante reativo preto 5 / Jean Cota Coura. - 2020.
131 f. : il.

Orientadora: Luciene Paula Roberto Profeti.
Coorientador: Demetrius Profeti.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Agrárias e Engenharias.

1. Quartzito. 2. Biopolímeros. 3. Compósitos. 4. Adsorção. 5.
Corantes. I. Profeti, Luciene Paula Roberto. II. Profeti,
Demetrius. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro
de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 66.0

**SÍNTESE DE UM COMPÓSITO EMPREGANDO O RESÍDUO DO
PROCESSAMENTO DO QUARTZITO E QUITOSANA E SUA UTILIZAÇÃO NA
ADSORÇÃO DO CORANTE REATIVO PRETO 5**

Jean Cota Coura

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Química do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Química.

Examinada em 20 de fevereiro de 2020.



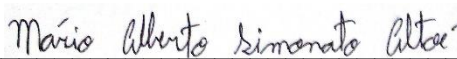
Profa. Luciene Paula Roberto Profeti, PhD
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Demetrius Profeti, PhD
Universidade Federal do Espírito Santo



Profa. Damaris Guimarães, PhD
Universidade Federal do Espírito Santo



Prof. Mário Alberto Simonato Altoé, PhD
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao apoio financeiro concedido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço, de modo especial, a Deus, minha fortaleza, por mais esta grande graça recebida em minha vida. Agradeço aos meus pais, Elian Barcelos Coura e Maria do Rosário Cota Coura, por terem me apoiado e incentivado desde o início do mestrado e por terem sido fundamentais na realização deste sonho. Às minhas irmãs Daniela Cota Coura e Vanessa Cota Coura Miyabara, que sempre acreditaram em mim e me acompanharam nesta caminhada.

Meus sinceros agradecimentos à minha orientadora Luciene Paula Roberto Profeti e ao meu coorientador Demetrius Profeti, pela paciência, pelos ensinamentos e por todo auxílio dedicado a mim ao longo desses dois anos. Obrigado por me motivarem e me inspirarem na busca pelo conhecimento e na dedicação à ciência e à pesquisa!

Não poderia deixar de agradecer à empresa Decolores Mármore e Granitos, que me forneceu o resíduo de rocha, e ao meu colega Ruan de Oliveira Alves, que proveu os camarões que foram utilizados como matéria-prima na minha pesquisa. Sem essas importantes contribuições este trabalho não seria possível. Muito obrigado!

Agradeço aos técnicos do Laboratório de Engenharia Química Flaviane Ambrozim e Pedro Henrique F. Rabelo, que foram muito solícitos e prestativos na realização das caracterizações dos meus materiais por difração de raios-X e termogravimetria.

Meus agradecimentos ao meu colega Tiago Guimarães, que solicitamente acompanhou a caracterização das minhas amostras no Laboratório de Microscopia e Microanálise da UFV.

Também gostaria de agradecer aos meus colegas de laboratório Cynthia Pereira dos Santos, Lucas Destefani Paquini, Marcos Vinícius de Carvalho Mota, Ruan de Oliveira Alves e Ueslei Giori Fávero por terem me ajudado quando precisei e por tornarem mais leve a rotina de trabalho do laboratório com suas companhias.

Minha gratidão, também, às queridas Ana Caroliny Ferreira Pirola, Andréia Zacchi Bazzarella, Cynthia Mayara de Carvalho, Dantara Freires Santana, Grazielle da Silva Maradini e Polyana Silvério Massariol, que se tornaram amigas especiais e foram minhas companheiras de luta ao longo desta jornada.

RESUMO

COURA, Jean Cota. **Síntese de um compósito empregando o resíduo do processamento do quartzito e quitosana e sua utilização na adsorção do corante reativo preto 5**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES. Orientadora: Luciene Paula Roberto Profeti. Coorientador: Demetrius Profeti.

A extração de rochas ornamentais e a criação de camarões são atividades que desempenham um importante papel na economia do Brasil. Todavia, tanto o processamento das rochas quanto a limpeza do camarão geram um elevado volume de resíduos sólidos que trazem sérios danos ao meio ambiente quando descartados de forma inadequada. Outro grave problema ambiental é o lançamento de efluentes contendo corantes, tais como o reativo preto 5 (RP 5), em cursos d'água, contaminando-os e desencadeando processos de eutrofização. Dentre os métodos de tratamento desses efluentes, a adsorção se destaca pela eficácia e simplicidade operacional. Entretanto, esse método só se torna economicamente viável quando se utilizam materiais adsorventes alternativos e de baixo custo. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo utilizar a quitosana extraída da casca do camarão e o resíduo do processamento de quartzito na síntese de um compósito e empregar esse material no estudo da adsorção do corante reativo preto 5. O adsorvente foi caracterizado por meio das técnicas de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia por energia dispersiva de raios-X (EDS), difração de raios-X (DRX) e termogravimetria (TGA). Foram realizados, também, estudos envolvendo a cinética, o equilíbrio e a termodinâmica da adsorção do RP 5 pelo compósito quartzito/quitosana. Por meio de FTIR, foi possível identificar os principais grupos funcionais da quitina e da quitosana, comprovando, assim, o sucesso da sua extração. As micrografias obtidas por MEV evidenciaram que o compósito apresenta uma superfície rugosa, heterogênea e porosa, havendo a ocupação de boa parte dos seus sítios ativos após a adsorção do RP 5. A análise elementar por EDS confirmou o predomínio de átomos de Si, O e C nas amostras do compósito, enquanto a caracterização por DRX demonstrou que esse material é constituído, essencialmente, por grãos de quartzo advindos do quartzito, sendo observado, também, um pequeno pico de difração

atribuído à quitosana. A partir da análise do compósito por TGA também foi possível constatar a presença da quitosana no material. O modelo cinético que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de pseudossegunda ordem, indicando a ocorrência de interações químicas entre o adsorvente e o adsorvato. Já os resultados relacionados ao equilíbrio de adsorção, foram melhor descritos pelos modelos de isotermas de Sips e Liu. A capacidade máxima de remoção encontrada foi de 171,50 mg/g, a 55 °C. O estudo do efeito da temperatura na adsorção do RP 5 pelo compósito quartzito/quitosana demonstrou que este é um processo endotérmico, apresentando maior espontaneidade a altas temperaturas. Sendo assim, o compósito sintetizado neste estudo mostra-se um adsorvente sustentável e eficaz na remoção de RP 5 de soluções aquosas, apresentando potencial para ser empregado, também, na descontaminação de efluentes contendo tal poluente.

Palavras-chave: **quartzito, quitosana, compósito, adsorção, reativo preto 5.**

ABSTRACT

COURA, Jean Cota. **Synthesis of a composite employing the quartzite processing residue and chitosan and its use in the reactive black 5 dye adsorption.** 2020. Dissertation. (Master degree in Chemical Engineering) – Federal University of Espírito Santo, Alegre, ES. Adviser: Luciene Paula Roberto Profeti. Co-adviser: Demetrius Profeti.

The ornamental rocks extraction and the culture of shrimps are activities that perform an important role in the Brazil economy. However, the ornamental rocks manufacturing, as well as the cleaning of shrimps yield a great quantity of solid wastes that damage the environment when inappropriately discarded. Another environmental problem is the release of effluent containing dye, such as Reactive Black 5 (RB 5), causing the contamination and eutrophication of water. Among the methods of wastewater treatment, the adsorption is highlighted due to its efficiency and operational simplicity. Nevertheless, this method becomes feasible economically only when low-cost alternative adsorbent materials are used. Thus, the aim of this study was synthesizing a composite formed by chitosan extracted from shrimp husks dispersed on the quartzite powder, which is a residue from the ornamental stone processing. This adsorbent material was applied in adsorption of Reactive Black 5 dye. The composite was characterized by Fourier transformed infrared (FTIR), scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive spectroscopy (EDS), X-ray diffraction (XRD) and thermogravimetric analysis (TGA). The adsorption kinetics, adsorption equilibrium and adsorption thermodynamics of RB 5 onto quartzite/chitosan composite were investigated. The main functional groups of chitin and chitosan were found in FTIR analysis attesting the success of the synthesis. The SEM micrographs showed that the composite has a rough surface with high porosity and heterogeneity. The active sites in the surface was filled after adsorption of dye. The elemental analysis by EDS indicated the predominance of Si, O, and C in the composite. The XRD analysis assigned that the quartz is the main crystalline phase of the composite, and a small diffraction peak could be attributed to the presence of chitosan. This specie was also confirmed by TGA. The adsorption kinetics data were better fitted to the pseudo-second-order model, indicating that chemical interactions occur between adsorbent and adsorbate. The Sips and Liu isotherm models described the adsorption

equilibrium. The maximum capacity of removal was found as 171.50 mg/g, at 55 °C. The thermodynamic studies showed that the adsorption of RB 5 onto quartzite/chitosan composite is an endothermic process with higher spontaneity as the temperature increases. Thus, the composite synthesized in this study is a sustainable and effective adsorbent for RP 5 removal of aqueous solutions, presenting potential to be used, also, in the decontamination of effluents containing such pollutant.

Keywords: quartzite, chitosan, composite, adsorption, reactive black 5.

Este documento possui acesso embargado pelo período de dois anos.