Encontro Técnico AESABESP
Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente



35ETC-06631

ESTUDO DO DESEMPENHO DE COMPÓSITOS DE LIGNINA EXTRAÍDA DO BAGAÇO DE CAJU (ANARCADIUM OCCIDENTALE L) COMO MATERIAL ADSORVENTE DE CORANTE SINTÉTICO INDUSTRIAL

Francisco Edirlan de Sousa Freitas
Profª Drª Maria Valderez Pontes Rocha
UNIVERSIDADE DE INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA - UNILAB

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

AESABESP
Associação dos Engenheiros da Sabesp

Introdução

Agricultura

Efluentes Urbano

Atividade Humana

Indústria



Poluição da Água

Setor Têxtil representa

20%

poluição industrial da água devido ao tratamento e tingimento de têxteis

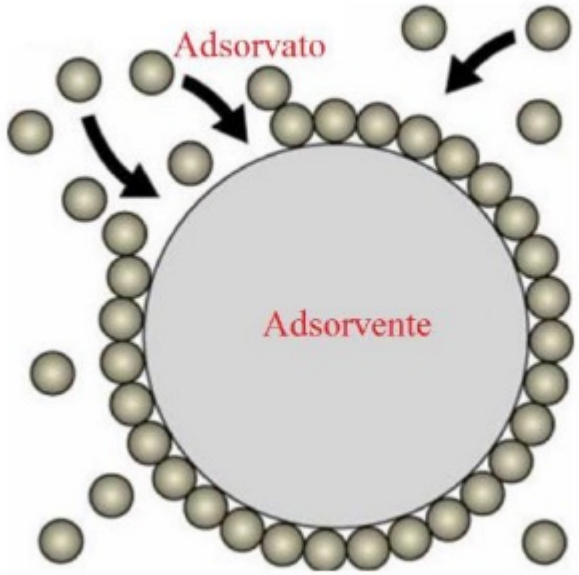
Investigação de métodos para reduzir a contaminação causada por esses efluentes

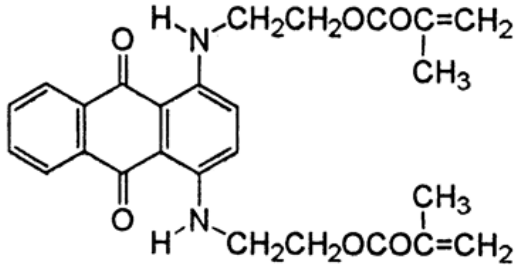
Osmose reversa	**Ultrafiltração**
Adsorção com bioadsorventes	**Eletrogoagulação**



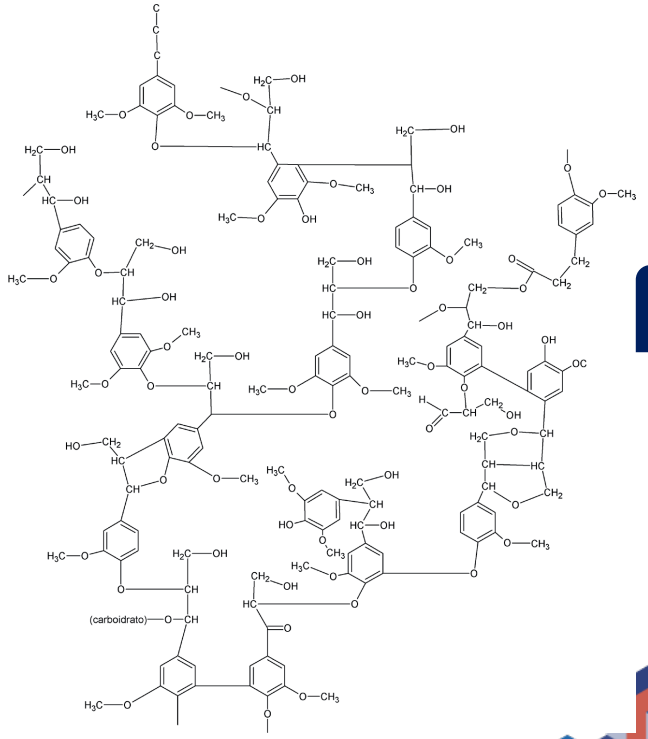
A adsorção é um método muito eficiente, sendo amplamente utilizado para remoção de corantes

Espécies associadas ao processo





Adsorvato



Adsorvente

Fonte: Sampaio e Serpa (2022)

Alternativa ao uso de carvão ativado como adsorvente

Materiais de baixo custo para serem utilizados como adsorventes em processos de remoção de contaminantes industriais



Caju

Fruto com alta produção no Brasil, principalmente na região Nordeste.
Com a exportação da castanha e beneficiamento do pendúculo, é gerada grande quantidade de bagaço.

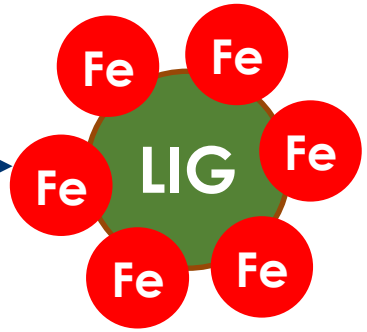


Bagaço do Caju

Componentes

Celulose	Hemicelulose	Lignina
~20 %	~18 %	~33 %

A fração de lignina pode ser utilizada como adsorvente



A lignina pode ser magnetizada para facilitar a recuperação e reutilização

Objetivos

- ❑ Extrair e caracterizar a lignina do bagaço de caju;
- ❑ Sintetizar o compósito lignina-nanopartículas magnéticas;
- ❑ Avaliar a eficiência da lignina extraída do bagaço de cajua como adsorvente no processo de remoção de corante reativo azul turquesa.
- ❑ Avaliar a eficiência do compósito lignina-nanopartículas magnéticas (Lig-NPM) como adsorvente no processo de remoção de corante reativo azul turquesa;
- ❑ Comparar a performance dos dois materiais (lignina e Lig-NPM);
- ❑ Realizar estudos da influência da temperatura e do pH no processo de adsorção utilizando Lig-NPM como adsorvente;
- ❑ Modelar os dados cinéticos de remoção do corante reativo utilizando Lig-NPM como adsorvente;
- ❑ Obter dados de equilibrio do processo de adsorção em batelada utilizando Lig-NPM como adsorvente;
- ❑ Reutilizar o adsorvente Lig-NPM em diversos ensaio afim de estudar sua eficiência e capacidade de adsorção;
- ❑ Realizar ensaios de adsorção utilizado efluentes reais industriais nas melhores condições definidas.

Metodologia

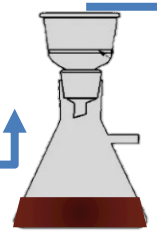
Extração da Lignina



30 gramas
100 mL de H_2SO_4
0.6 mol/L



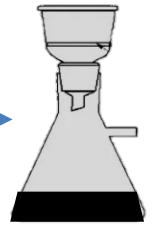
Temperatura de Tratamento
121 °C/ 15 min



Filtração a vácuo

100 mL de NaOH 4 %

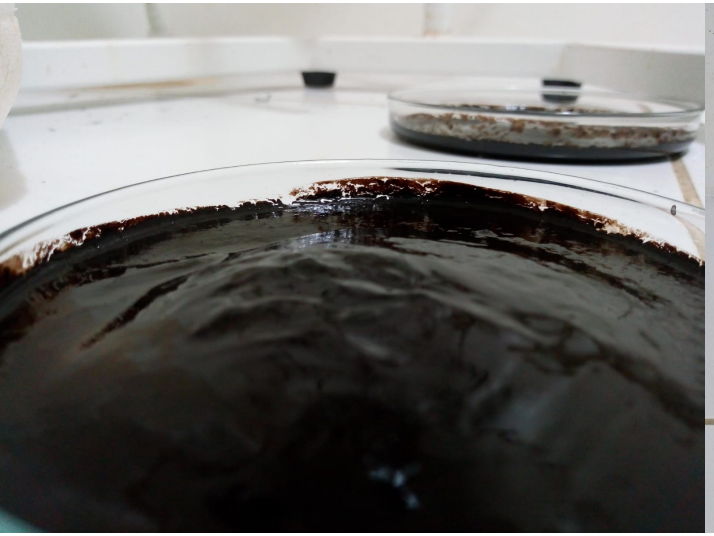


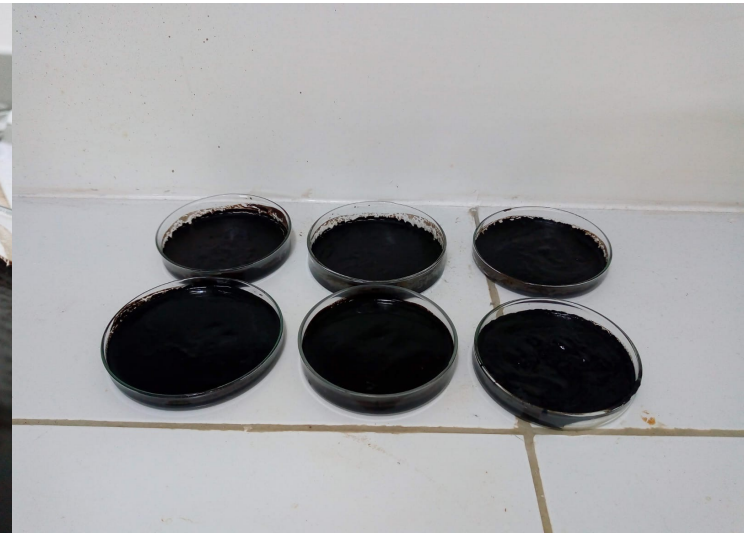


Extração Líquida



Lignina Solubilizada





A lignina foi precipitada usando 75% (v/v) H_2SO_4 a pH 2, lavada, centrifugada e seca.

Preparação do Adsorvente – Lignina Magnetizada - NPM



0,6 g de Lignina
15 mL de NH_4OH
30%



Bomba Peristáltica

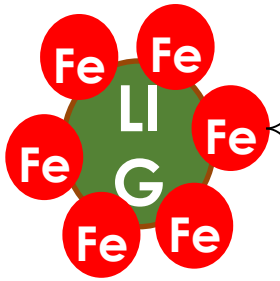


Condições de sonicação: 9 minutos
(3 ligados e 1 desligado)

1,92 g de $FeSO_4.7H_2O$
HCl (pH 3)
30 mL de H_2O
0,99 g de $FeCl_3.6H_2O$

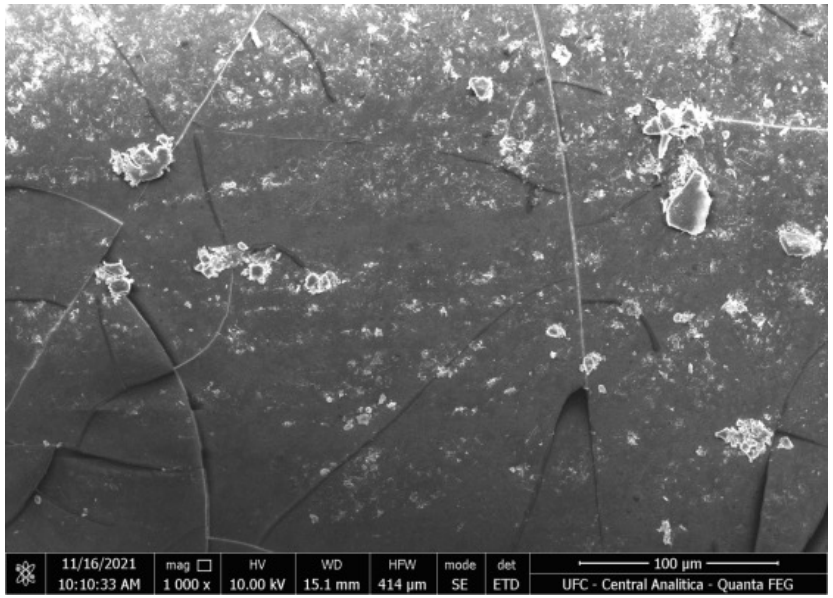


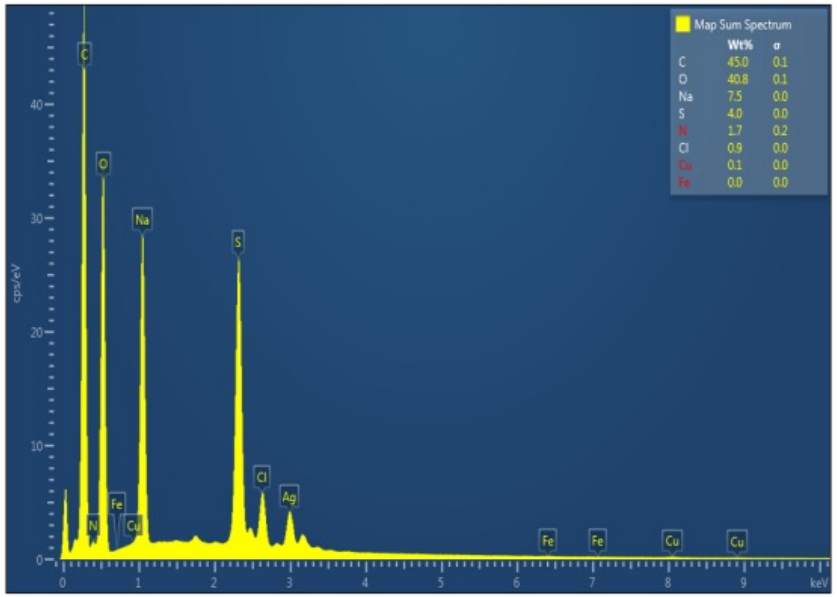
Caracterização do adsorvente



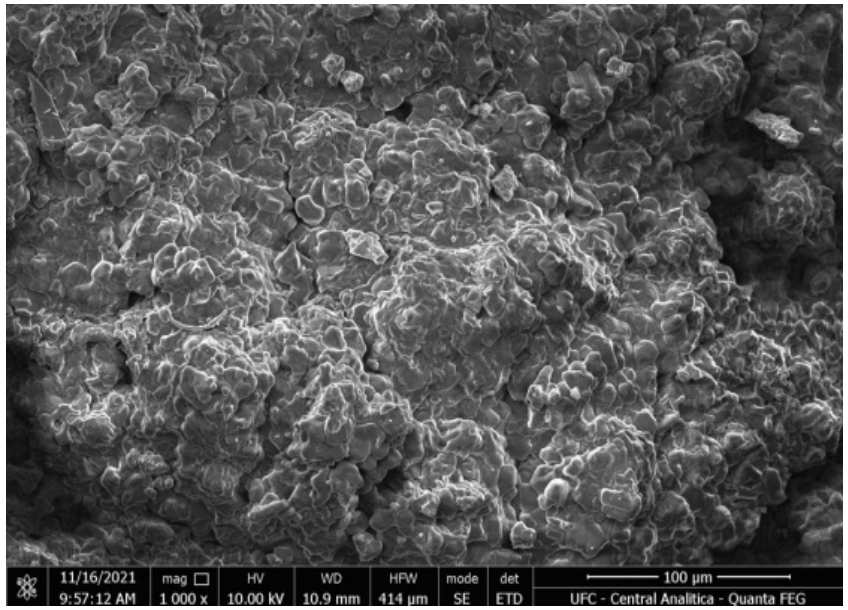
Lig-NPMs caracterizado com MEV e EDS

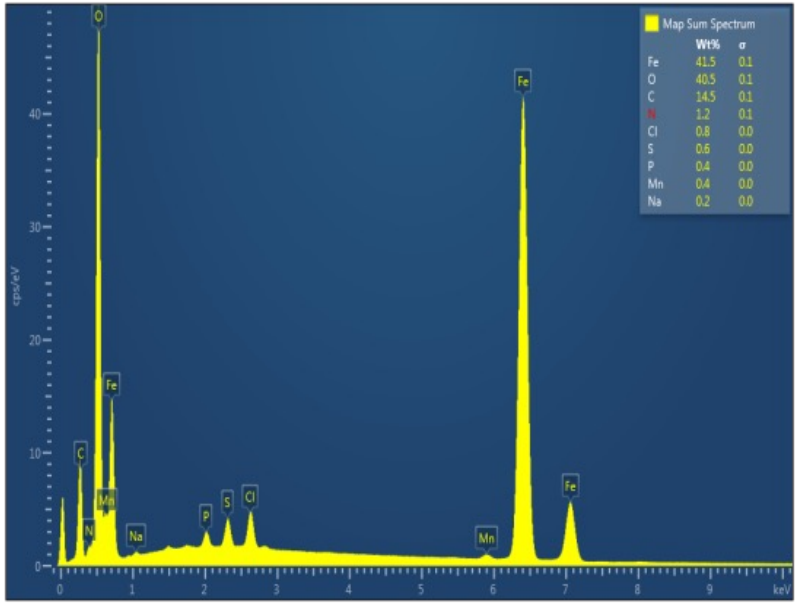
Os grupos funcionais presentes nos adsorventes foram identificados por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier utilizando equipamento Cary 630 (Agilent Technologies, EUA).



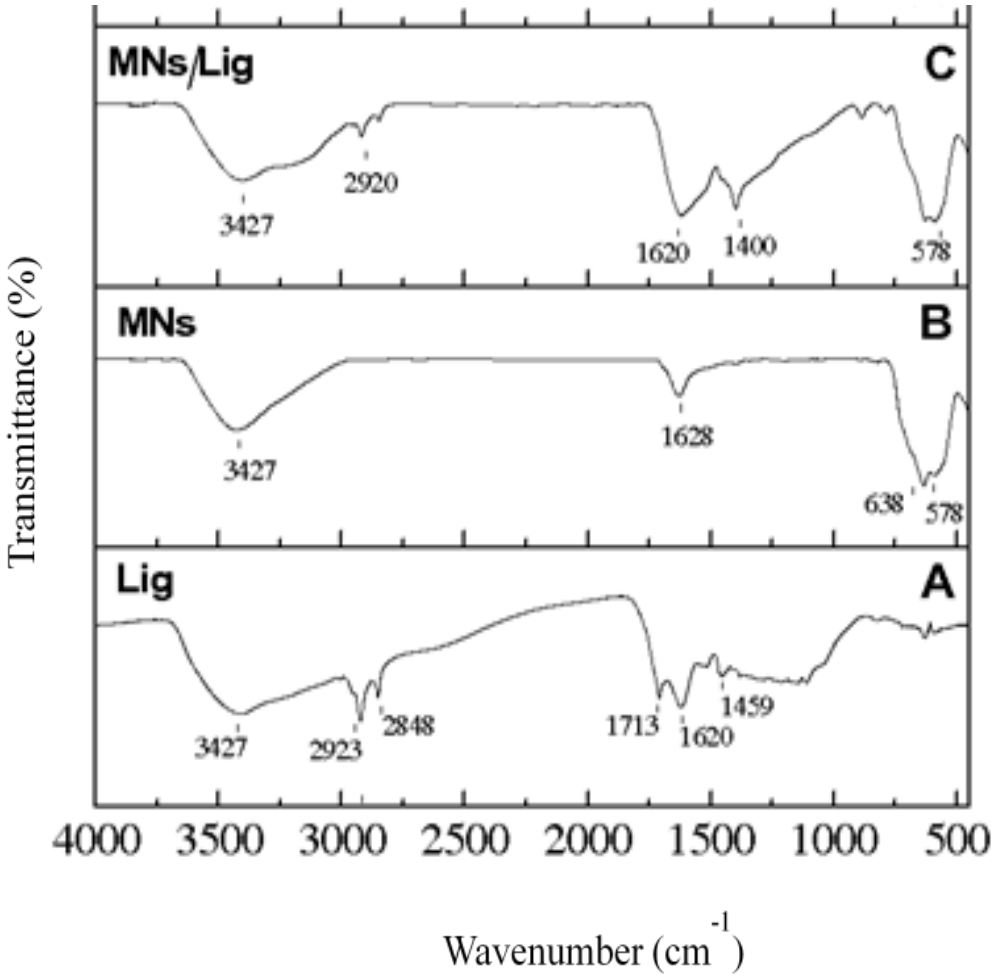


Lignina





Lignina - NPM



Espectros de FTIR das amostras: (A) lignina obtida do pré-tratamento ácido (Lig) do bagaço de caju; (B) magnetita Fe_3O_4 (MNs); (C) lignina conjugada

Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2024

Ensaios de adsorção: Diluição do Corante Azul Turquesa Reativo

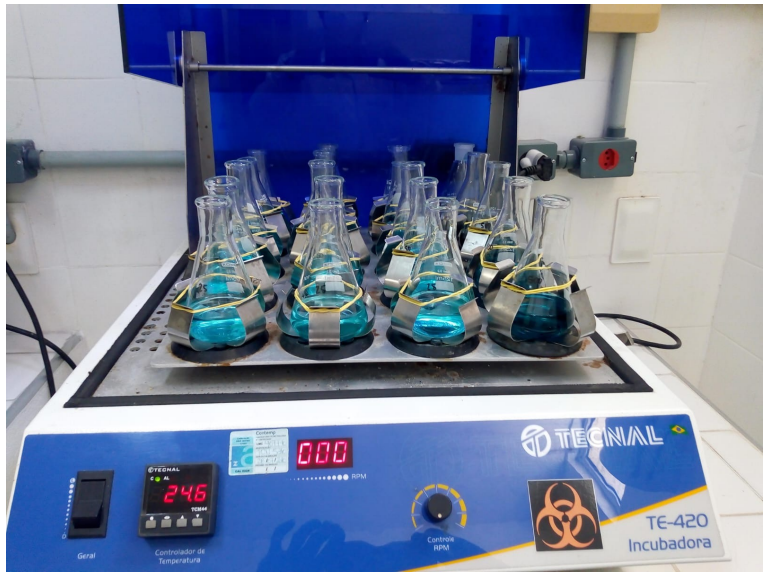


Diluição



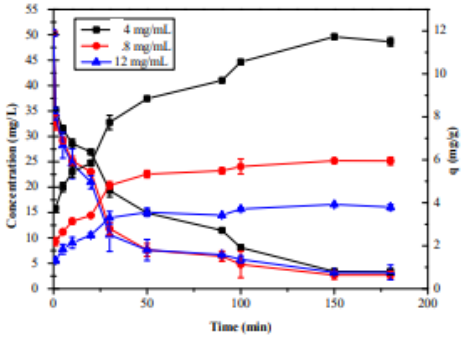
Adição de Lignina ou Lig-NPM





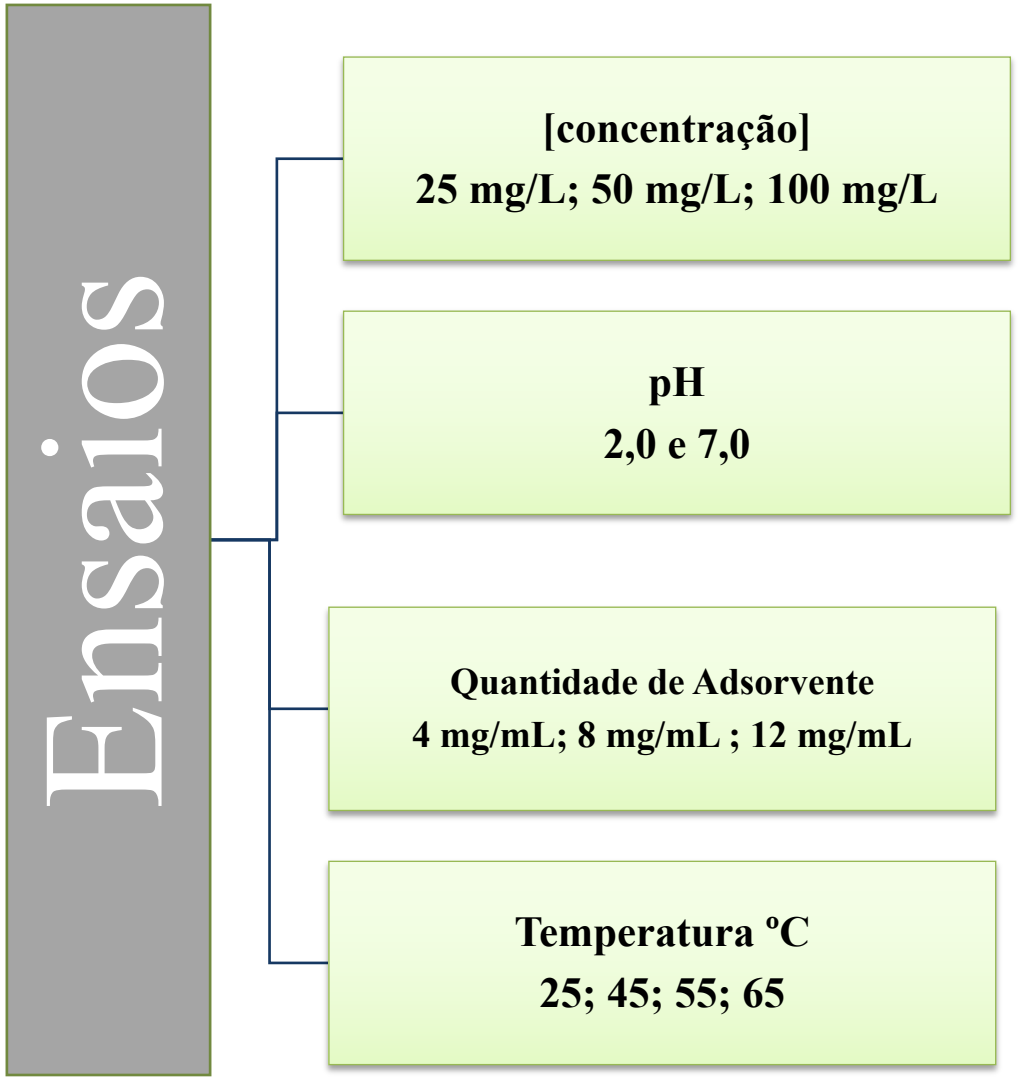


Tratamento dos Dados



Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2023

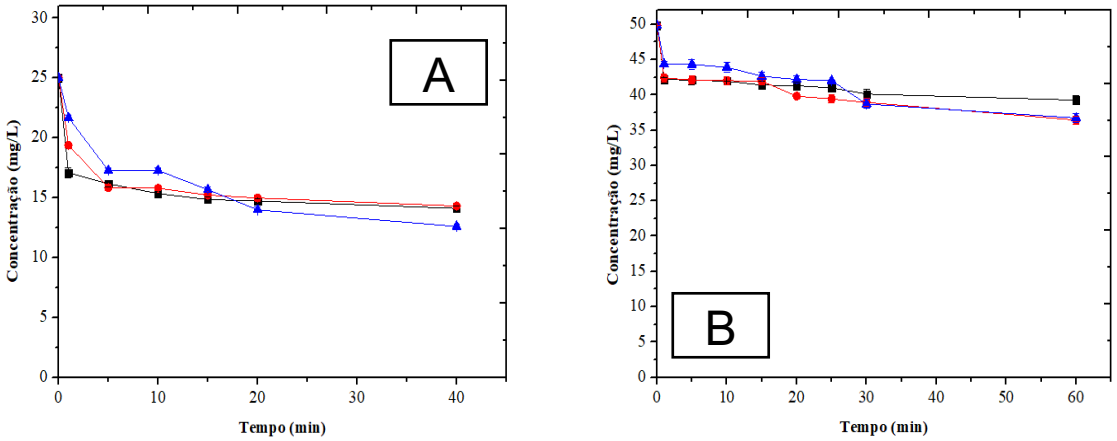
Ensaios de adsorção: avaliação dos parâmetros



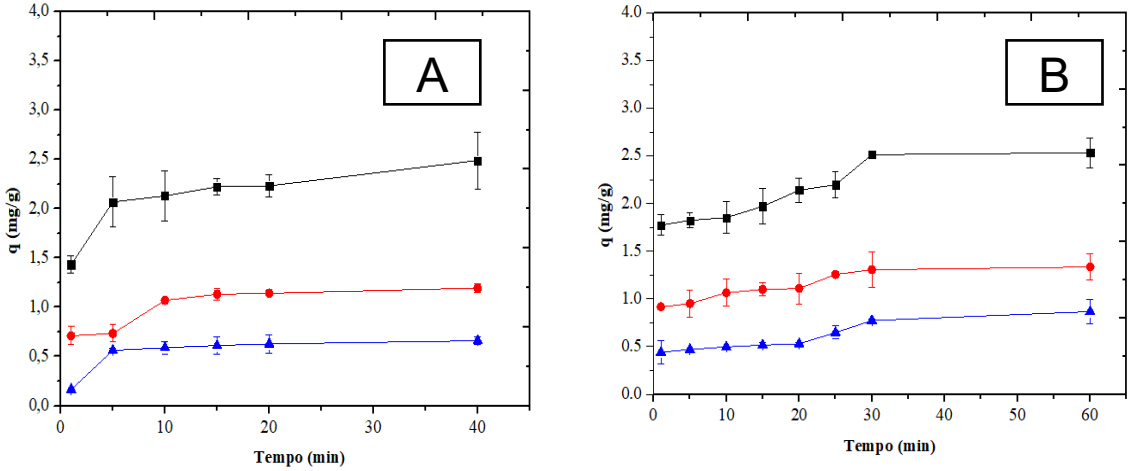
Fonte: Elaborado pelo próprio autor - 2024

Resultados

Estudo da Carga do adsorvente – Lignina

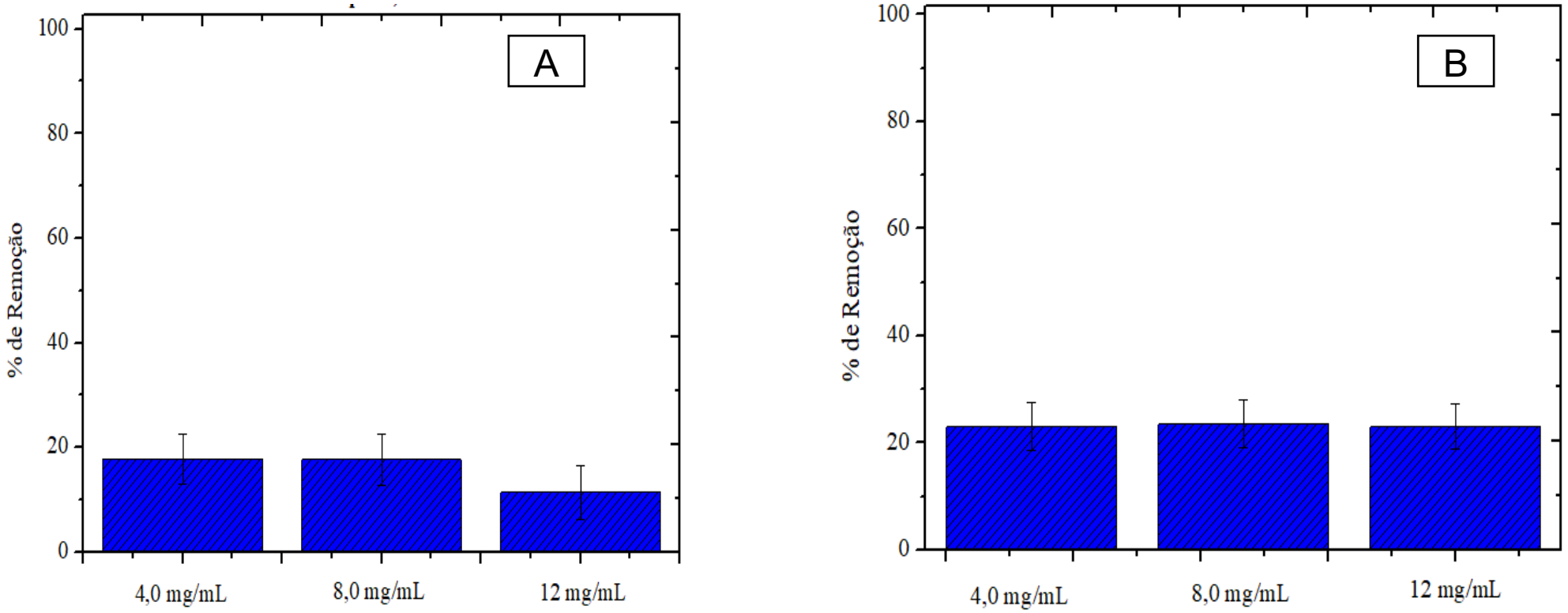


Cinética de adsorção do corante reativo azul turquesa usando a lignina como adsorvente a diferentes concentrações iniciais de corante e quantidade de adsorvente, com o processo conduzido a 25 °C e a solução de corante a pH 7,0. (A) 25 mg/L; (B) 50 mg/L. Proporção de adsorventes: (■) 4,0 mg/mL; (●) 8,0 mg/mL; (▲) 12 mg/L.



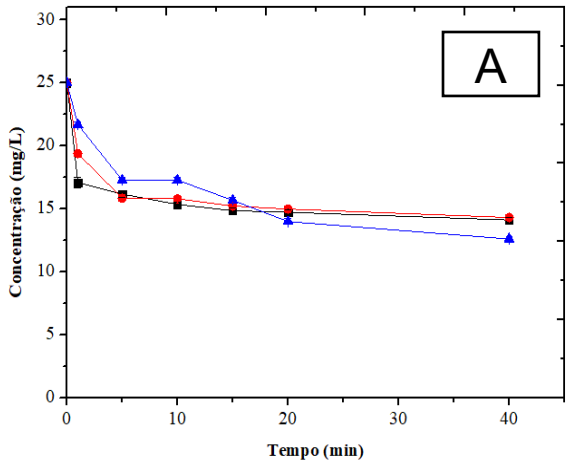
Quantidade adsorvida do corante azul turquesa por massa de lignina nos processos usando diferentes concentrações iniciais de corante e de adsorvente. (A) 25 mg/L; (B) 50 mg/L. Proporção de adsorventes: (■) 4,0 mg/mL; (●) 8,0 mg/mL; (▲) 12 mg/L.

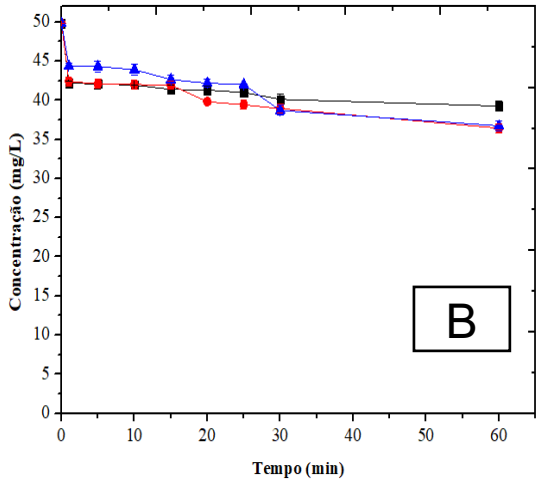
Estudo da Carga do adsorvente – Lignina



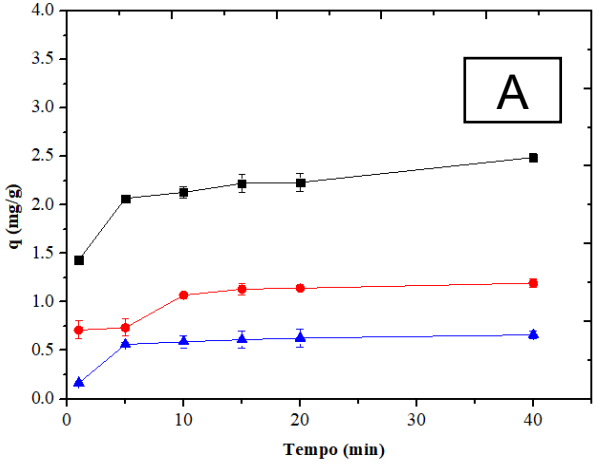
Percentual de remoção do corante azul turquesa, usando a lignina como adsorvente a diferentes concentrações iniciais de corante e proporção de adsorvente no processo conduzido em pH 7,0 a 25 °C: (A) 25 mg/L; (B) 50 mg/L. Proporção de adsorventes: 4,0 mg/mL; 8,0 mg/mL; 12 mg/L.

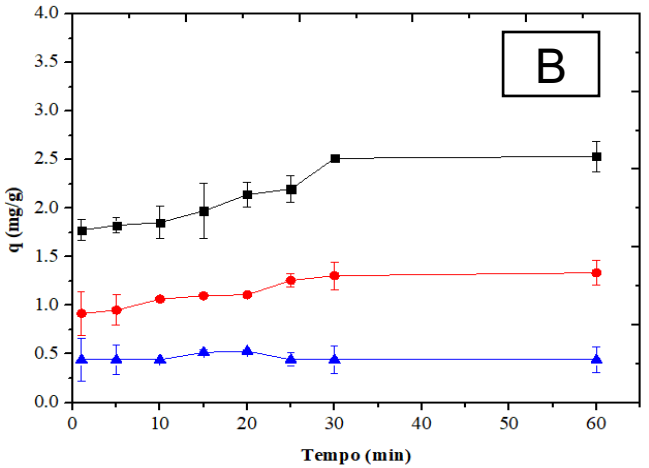
Influêcia do pH no processo de adsorção usando lignina como adsorvente





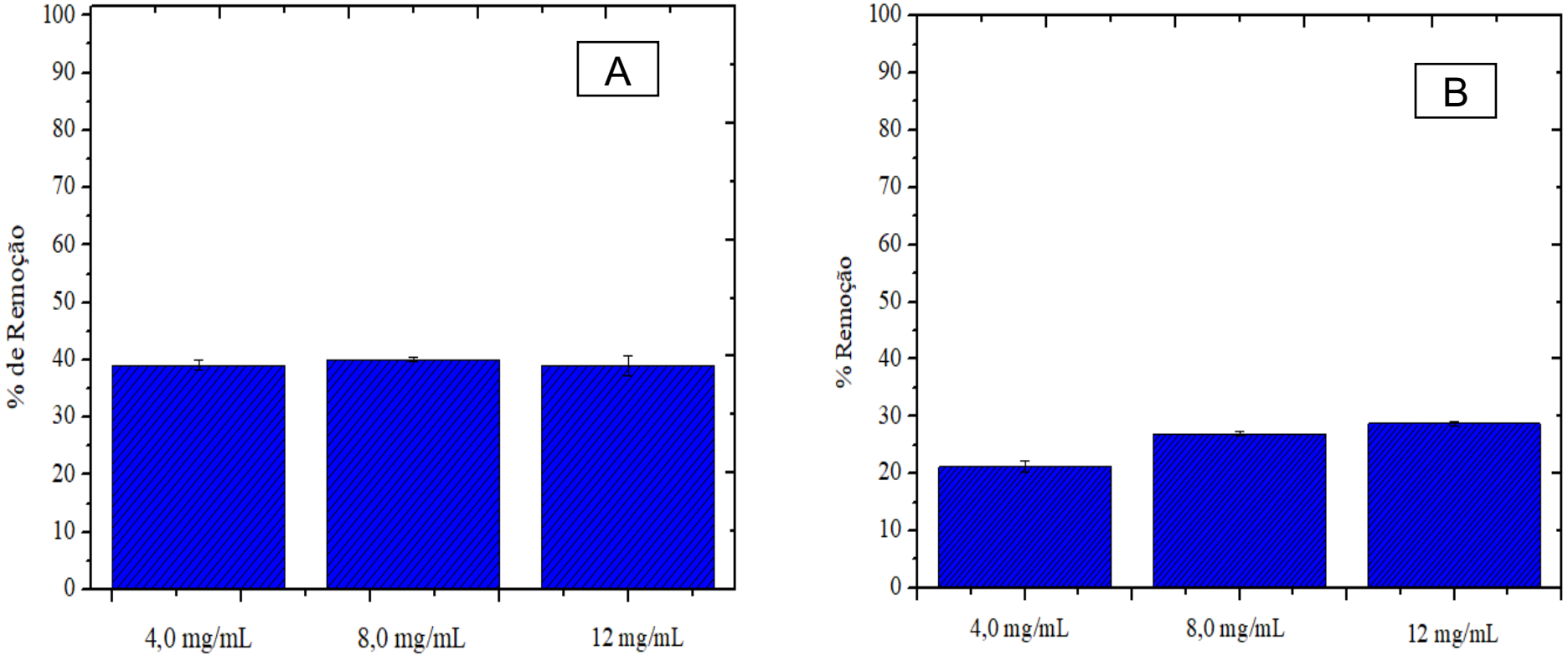
Cinética de adsorção do corante reativo azul turquesa, com concentrações iniciais diferentes de corante e pH da solução inicial de 2,0, usando a lignina como adsorvente no processo conduzido a 25 °C. (A) 25 mg/L; (B) 50 mg/L. Proporções de adsorvente: (■) 4,0 mg/mL; (●) 8,0 mg/mL; (▲) 12 mg/mL.





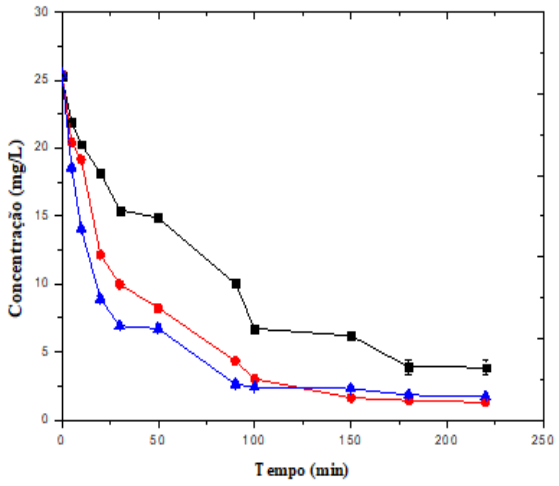
Quantidade adsorvida do corante azul turquesa por massa de lignina nos processos usando diferentes concentrações iniciais de corante e de adsorvente. (A) 25 mg/L; (B) 50 mg/L. Proporção de adsorventes: (■) 4,0 mg/mL; (●) 8,0 mg/mL; (▲) 12 mg/L.

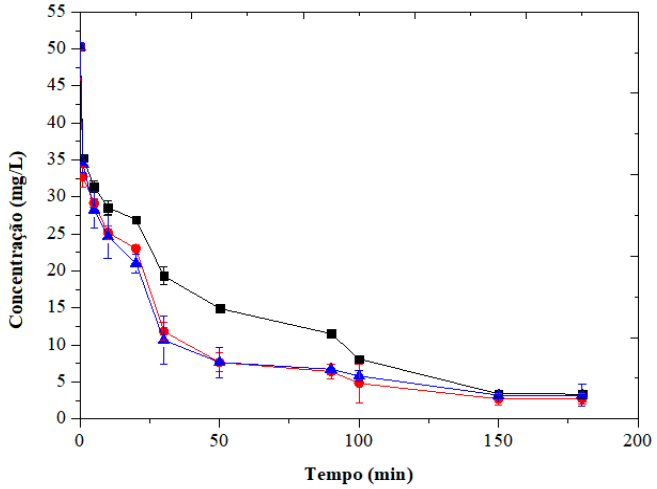
Influêcia do pH no processo de adsorção usando lignina como adsorvente

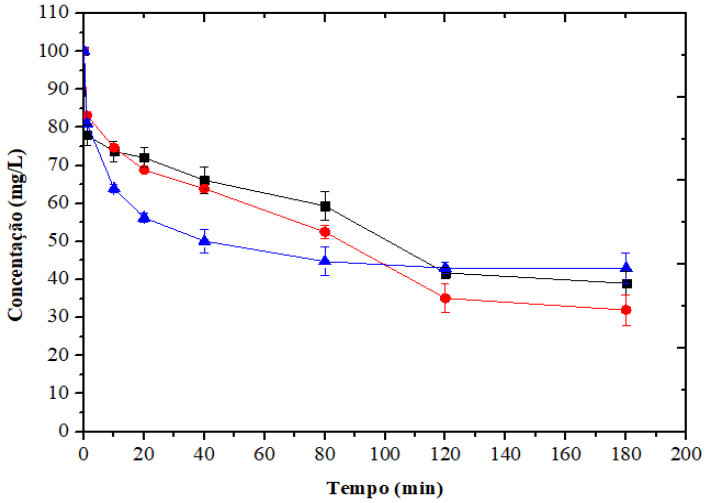


Percentual de remoção do corante reativo azul turquesa, usando a lignina como adsorvente a diferentes concentrações e proporção de adsorvente: (A) 25 mg/L; (B) 50 mg/L.

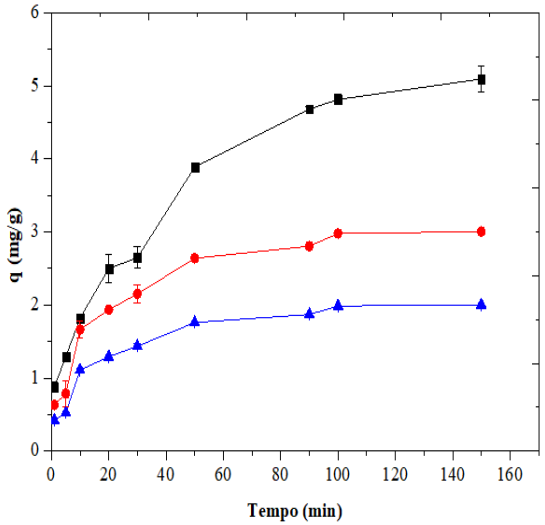
Estudo da influência da carga do adsorvente e da concentração inicial do corante (Lig-NPM)

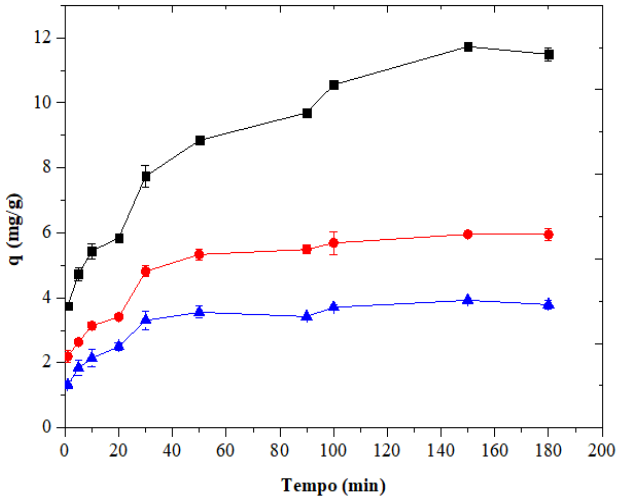


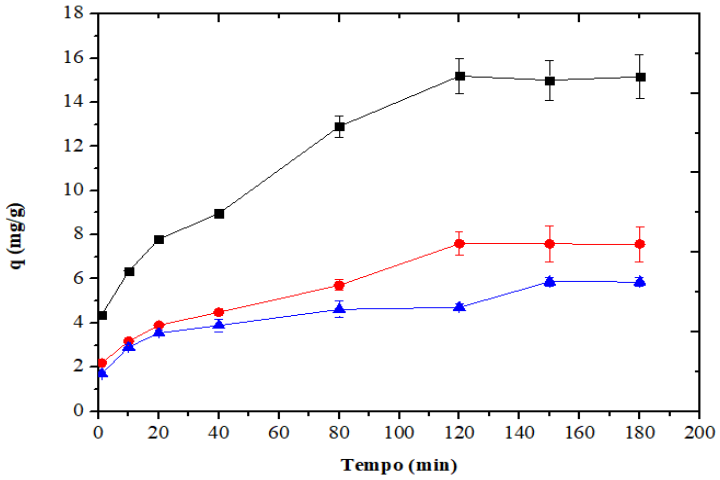




pH 2,0







25 mg/L

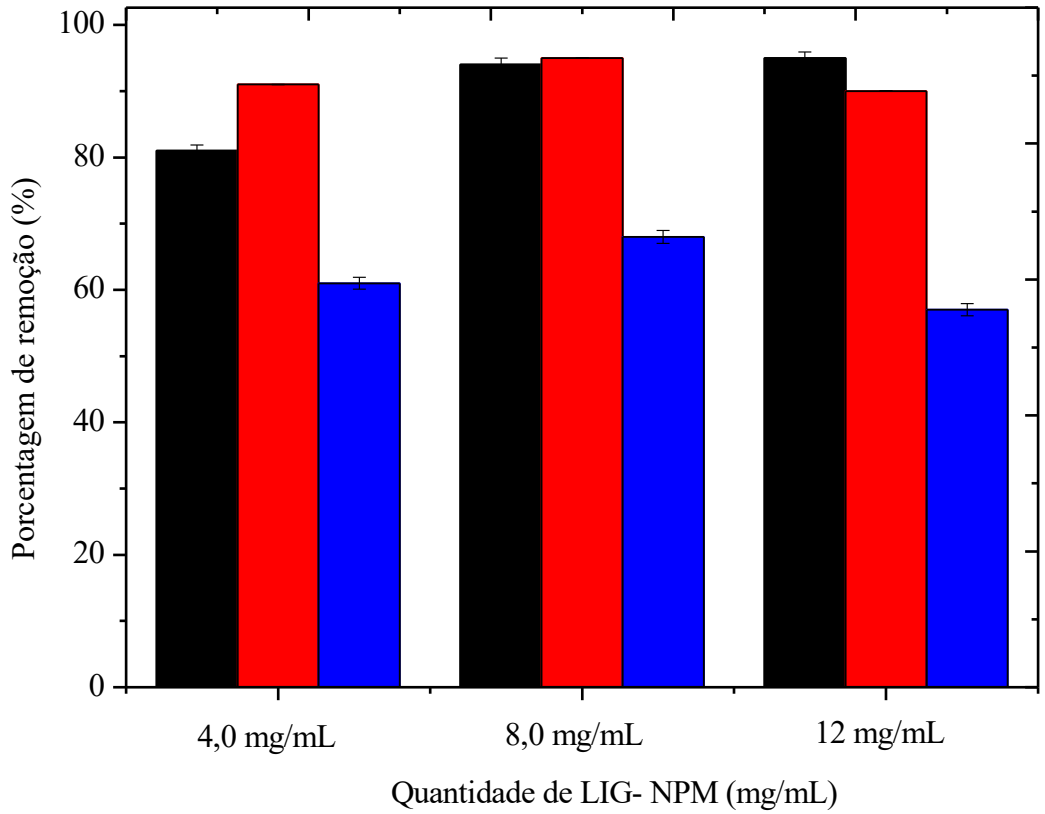
50 mg/L

100 mg/L

Parâmetros cinéticos de adsorção do corante reativo azul turquesa usando Lig-NPM com adsorvente a 25 °C e pH 2,0

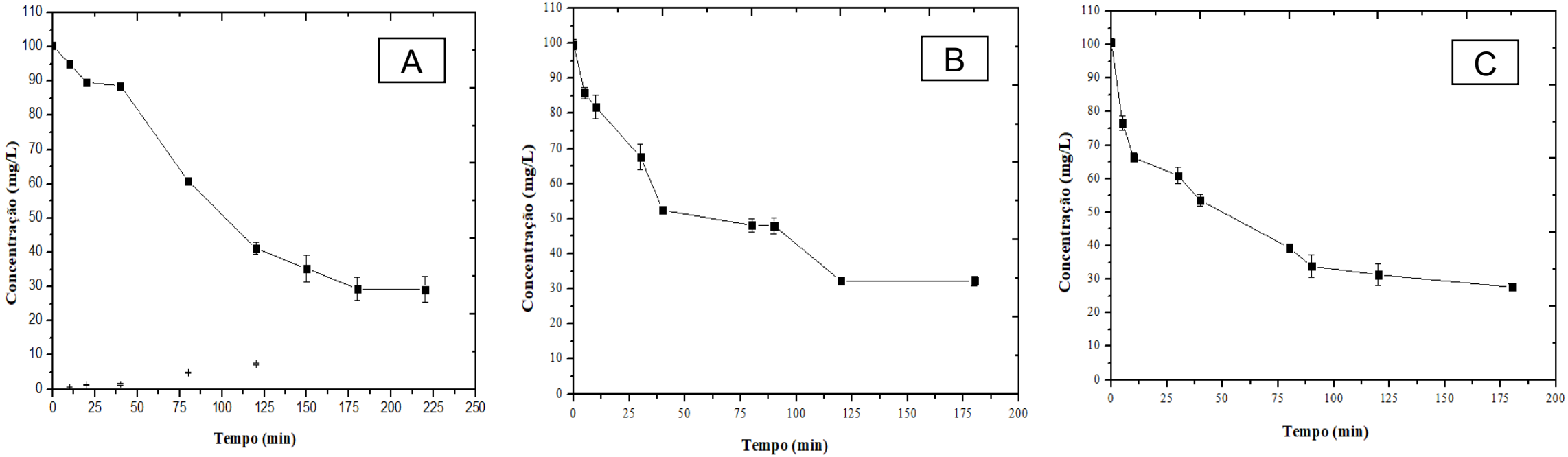
Concentração Inicial de corante		25 mg/L		50 mg/L		100 mg/L	
Lig-NPM (mg/mL)	Modelo	Parâmetro	R^2	Parâmetro	R^2	Parâmetro	R^2
4,0 mg/mL	1ª Ordem	K_1 = 0,008576	0,96	K_1 = 0,01427	0,92	K_1 = 0,004611	0,89
	2ª Ordem	K_2 = 0,001044	0,95	K_2 = 0,00155	0,95	K_2 = 0,000082	0,90
8,0 mg/mL	1ª Ordem	K_1 = 0,014127	0,95	K_1 = 0,01551	0,89	K_1 = 0,00596	0,94
	2ª Ordem	K_2 = 0,00036	0,99	K_2 = 0,002045	0,96	K_2 = 0,00011	0,95
12 mg/mL	1ª Ordem	K_1= 0,011611	0,91	K_1= 0,01417	0,84	K_1= 0,00664	0,87
	2ª Ordem	K_2 = 0,00258	0,93	K_2 = 0,00148	0,94	K_2 = 0,00015	0,92

Percentual de remoção (%) do corante azul turquesa nas diferentes condições avaliadas



Percentual de remoção do corante reativo azul turquesa, usando a Lig-NPM como adsorvente em proporções de 4,0 mg/mL; 8,0 mg/mL e 12 mg/mL, em pH 2,0 e em concentrações iniciais de corante de: (■) 25 mg/L; (■) 50 mg/L e (■) 100 mg/L.

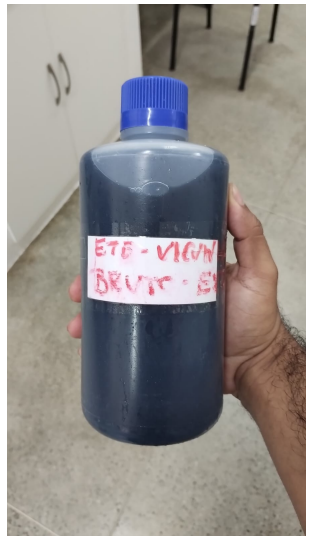
Efeito da temperatura no processo de adsorção usando Lig-NPM como adsorvente

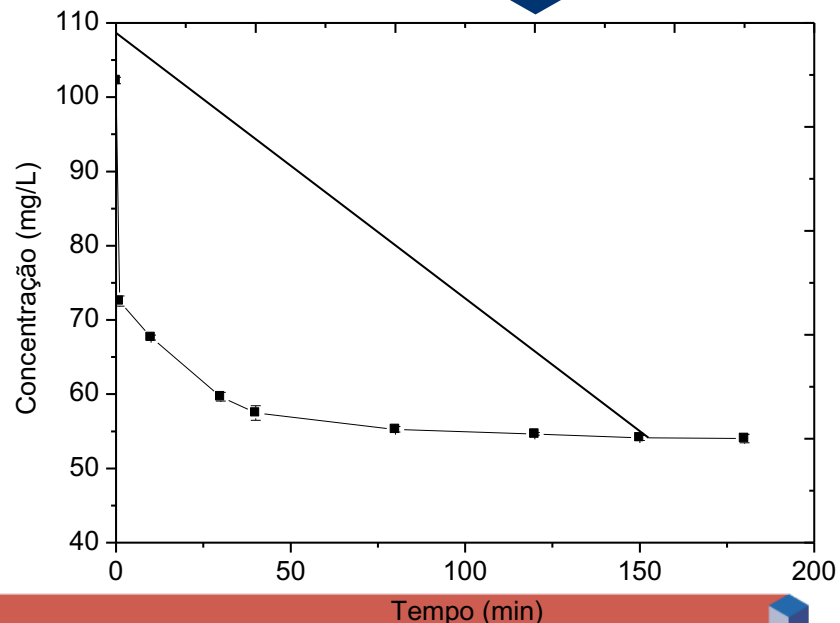


(A, B, C) Cinética de adsorção do corante reativo azul turquesa, com concentração inicial de 100 mg/L, usando a lignina como adsorvente, em diferentes temperaturas. (A) 45 °C, (B) 55 °C e (C) 65 ºC.

Avaliação utilizando um efluente industrial







Agradecimentos

UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-BRASILEIRA



GPBio

VIRTVS VNITA FORTIOR

CAPES

ebba

Texpal

Cagece

Conclusões

- A lignina extraída do bagaço de caju (*Anarcadium occidentale* L) e com nanopartículas magnéticas (Lig-NPM), como adsorvente, apresenta resultado satisfatório com porcentagem de remoção de 95% nas melhores condições;

- As melhores condições encontradas para o processo foram utilizando o compósito de lignina (Lig-NPM) com concentração de 8,0 mg/mL em pH 2,0 e 25 °C

- sugerem que o mecanismo cinético marjoritário é o de pseudo-segunda ordem indicando que o processo adsortivo não sofre a maior resistência na camada limite;

- o compósito de lignina (Lig-NMPs) também demonstrou-se eficiente na remoção de corantes de efluentes reais, obtendo uma dimunuição da cor de 47%, o potencial uso do compósito Lig-NPMs como adsorvente, com boa remoção de corante.