

Introdução

O processamento das peles em couro está dividido em três grandes etapas: ribeira, curtimento e acabamento. As operações de ribeira são responsáveis pela limpeza da pele e por prepará-la para o curtimento (Mella et al, 2015). Essas operações geram efluentes líquidos com alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), alta demanda química de oxigênio (DQO), grande concentração de sólidos suspensos, nitrogênio orgânico, sulfetos e cromo (Gutterres *et al.*, 2015).

Dentre as operações de ribeira, existem basicamente dois modos de depilação para remoção o pelo das peles: um com destruição total do pelo e outro com a preservação total ou parcial do pelo. No método de destruição do pelo são adicionados produtos químicos (sulfeto de sódio) que destroem a estrutura do pelo, já no método com preservação são adicionados produtos que facilitam o desprendimento do pelo da pele, resultando em um efluente com carga orgânica menor, pois os pelos podem ser removidos por uma filtração simples.

Nas etapas de acabamento molhado são adicionados corantes para dar característica desejada de cor às peles, porém, nem todos corante é absorvido, o que resulta em um efluente com alta DQO e cor para ser tratado.

As estações de tratamento de efluentes (ETEs) com processos convencionais nem sempre são eficientes para total remoção da cor, portanto é interessante o aprimoramento deste tratamento a fim de obter um efluente com melhor qualidade. A adsorção tem se mostrado uma boa alternativa para remoção de cor por se tratar de um método simples e fácil operação. O uso de resíduos industriais como adsorventes alternativos para corantes, metais, óleos e surfactantes já vem sendo estudado (Piccin *et al.* 2013).

Objetivo

O trabalho teve por objetivo avaliar e desenvolver um novo adsorvente a partir de um resíduo sólido gerado no processamento das peles em couro para remover corantes de efluentes de tingimento do couro. O resíduo sólido testado como adsorvente foi o pelo de bovino para remover soluções aquosas e em efluentes de tingimento contendo o corante Azul Ácido 161.

Materiais e Métodos

Preparo do Adsorvente

O pelo de bovino foi coletado em um curtume que realiza o processo de depilação *hair saving*. O pelo foi lavado extensivamente com água destilada e seco a 100°C por 12 horas em estufa. Após, ele foi misturado e macerado a fim de obter uma amostra homogênea.

Caracterização do Adsorvente

A fim de verificar as propriedades estruturais e morfológicas do pelo de bovino foram realizados os seguintes ensaios:

- Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) - Hitachi, Tabletop microscope model o TM3000.
- Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS) - Oxford Instruments, modelo SwiftED3000.
- Ponto de Carga Zero (pH_{pzc}) - 20.00 mL de uma solução de NaCl (0.05 M) foi adicionada a 10 tubos Falcon contendo 50.0 mg de adsorvente. Os valores de pH foram ajustados de 1.0 a 10.0 com soluções de HCl e NaOH (0.10 M). Os tubos foram agitados em shaker termostático por 48 horas à 25°C. Após, o pH_i das soluções sem adsorvente e o pH_f das soluções em contato com o adsorvente foram medidos. O ponto de carga zero (pH_{pzc}) é determinado quando a curva do gráfico ΔpH ($pH_f - pH_i$) versus pH_i cruza o eixo zero.

Soluções e Reagentes

Uma solução estoque do corante (5.00 g L⁻¹) foi preparada com água destilada para os experimentos.

Azul Ácido 161
C₂₀H₁₃N₂O₅SNaCr
394.40 g mol⁻¹
 $\lambda_{max} = 578$ nm

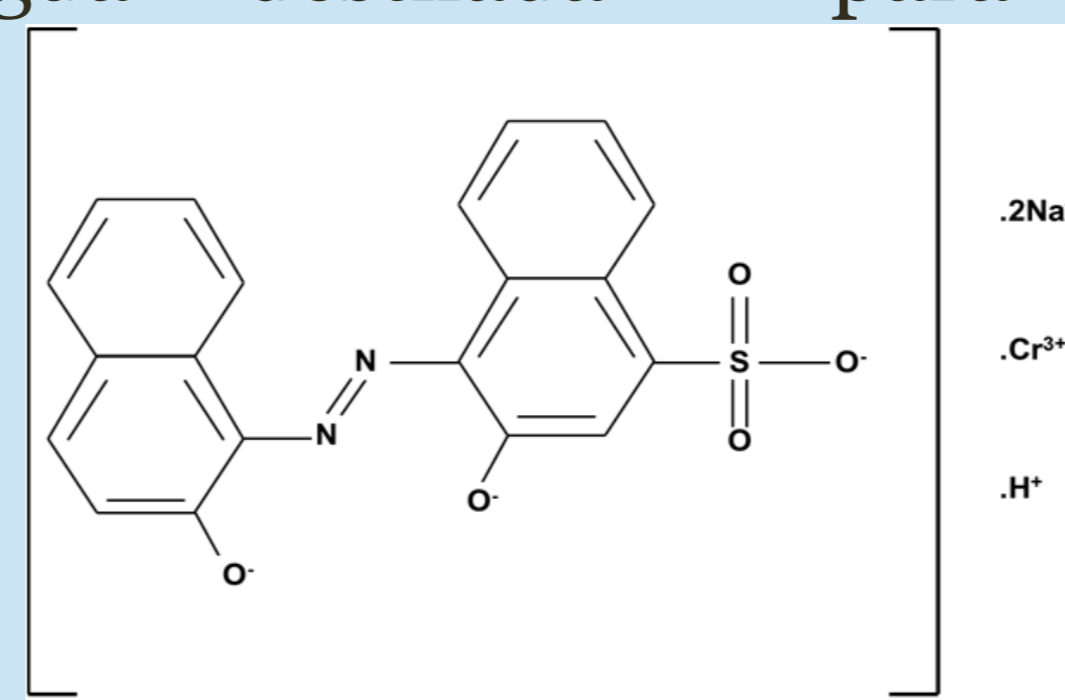


Fig. 1 – Estrutura química do corante AB-161

Ensaio de Adsorção

Os experimentos de adsorção foram realizados com soluções aquosas (100 mg L⁻¹) e com efluente de tingimento produzido em laboratório. Os testes foram conduzidos em shaker termostático com agitação (150 rpm) e temperatura controlados (25°C). Os seguintes parâmetros foram ajustados:

- efeito do pH (1,0 a 10,0)
- dosagem de adsorvente (0,5 g a 3,5 g)

A quantidade de corante residual no efluente foi medida no Espectrofotômetro UV/Vis no comprimento de onda 578 nm. A eficiência de remoção foi calculada pela equação:

$$\% \text{ remoção} = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100$$

Onde: C₀ é a concentração inicial de corante e C_f é a concentração final do corante após a adsorção (mg L⁻¹).

Resultados

Caracterização do Adsorvente

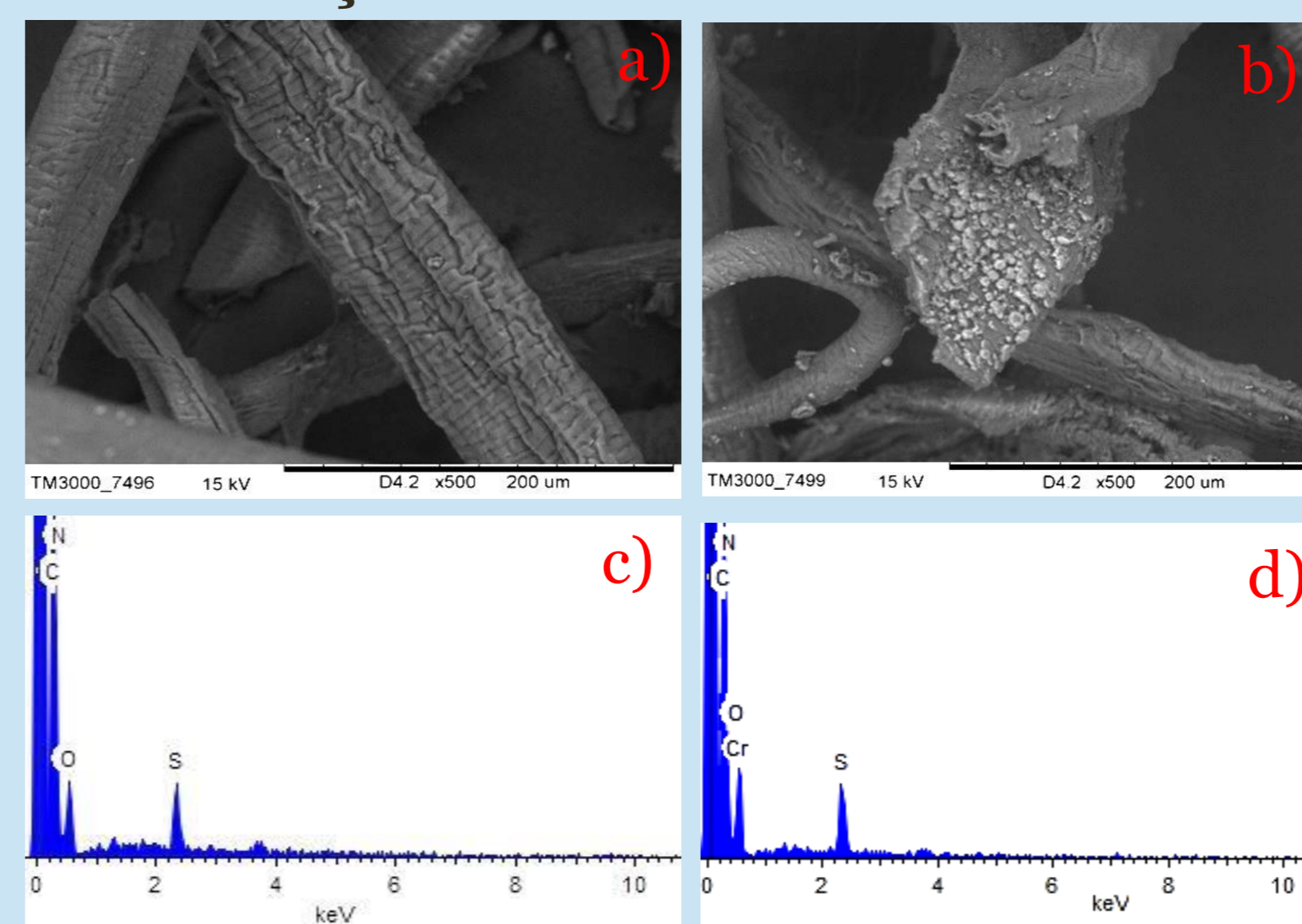


Fig. 2 – MEV (a) pelo e (b) Pelo + AB-161; EDS (c) pelo e (d) Pelo + AB-161

Pode-se observar no MEV que antes da adsorção o pelo (a) apresentava uma textura rugosa e com cavidades, já após a adsorção observou-se no pelo (b) a diminuição destas cavidades e pontos brancos em sua superfície, provavelmente seria o corante. Isso pode-se confirmar no EDS (d), onde se detectou a presença de Cr da molécula de corante que não havia antes da adsorção (c).

Ponto de Carga Zero (pH_{pzc})

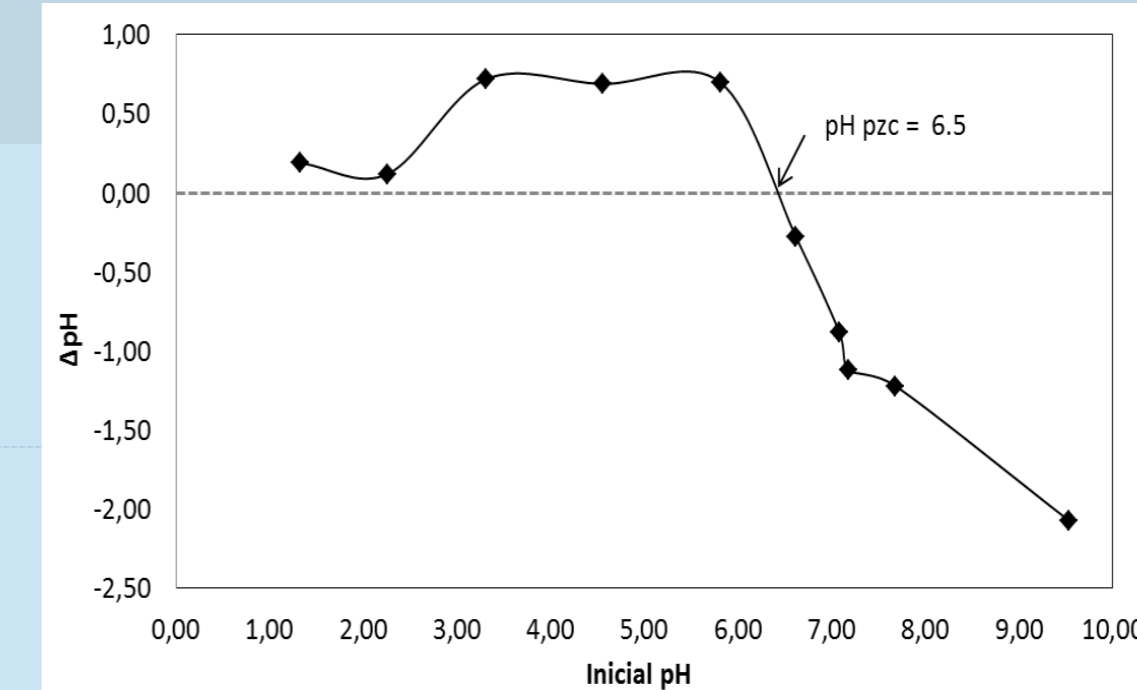


Fig. 3 – Ponto de carga Zero do adsorvente

O pH_{pzc} do pelo foi 6,5, portanto, para pH abaixo deste valor, o adsorvente apresenta carga positiva, para pH superior a 6,5 apresenta carga negativa.

Ensaio de Adsorção de corante em solução

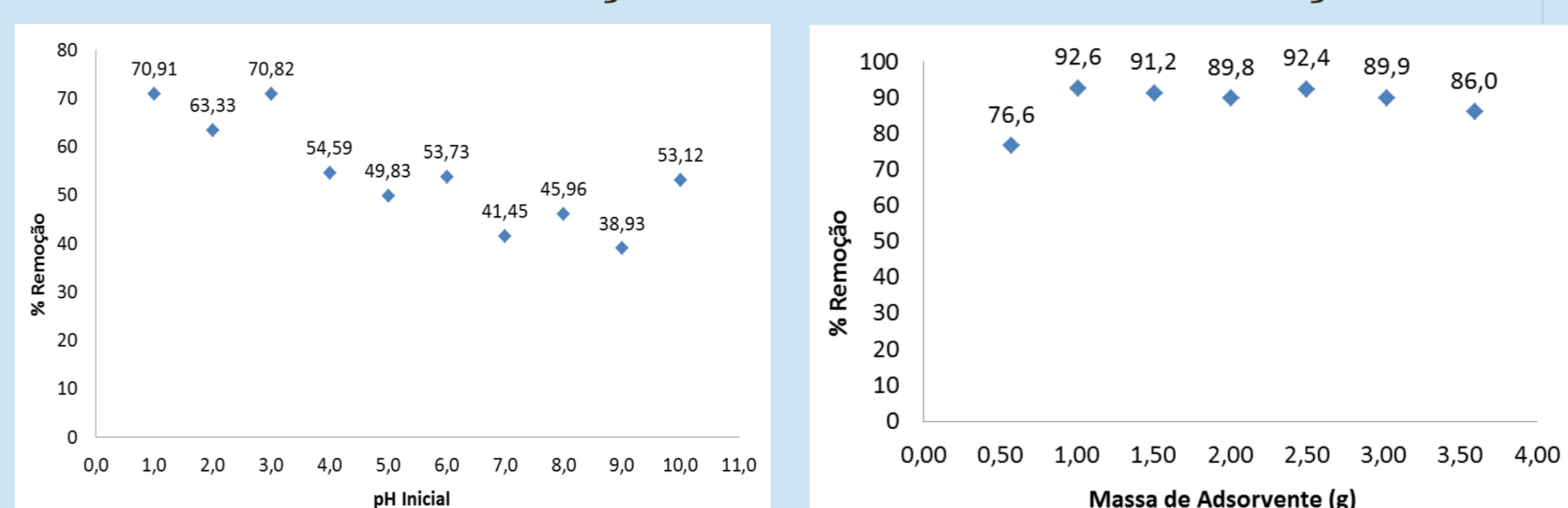


Fig. 4 – Estudo de pH

Fig. 5 – Estudo de massa de adsorvente

Nos ensaios de pH de adsorção (Fig. 4), observou-se que as melhores eficiências de remoção do corante AB-161 ficaram na faixa de pH de 1 a 3. Escolheu-se trabalhar no pH 3 (70,82% de remoção) pois é o pH mais próximo do pH dos efluentes de tingimento. No estudo de massa de material adsorvente (Fig. 5), atingiu-se melhor eficiência de remoção de 92,6 % do corante com 1,0 g de adsorvente.

Ensaio de Adsorção com Efluente de Tingimento

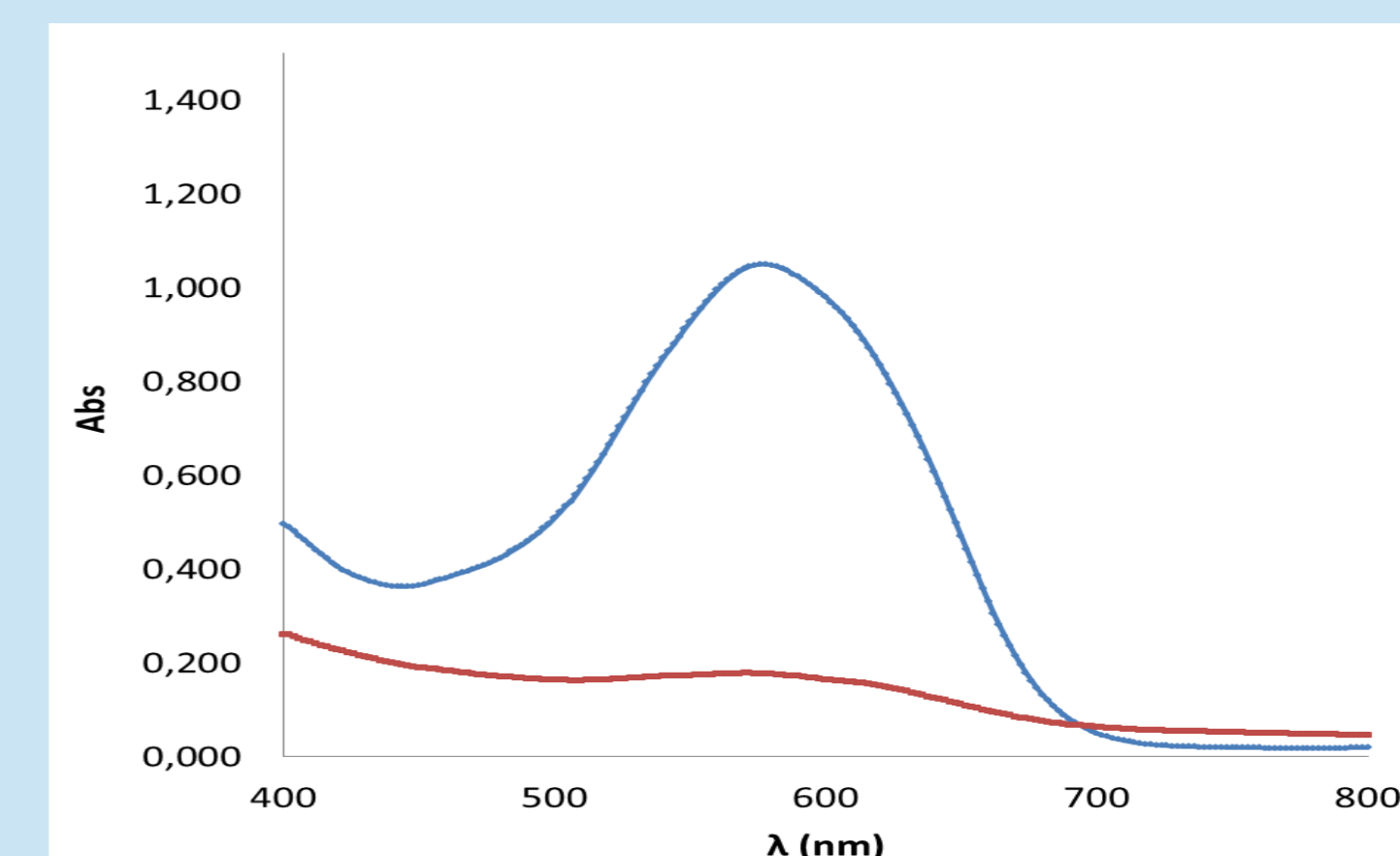


Fig. 6 – Varredura do efluente de tingimento antes e após a adsorção

Nos ensaios com efluente de tingimento realizou-se uma varredura antes e após a adsorção nos comprimentos de onda de 400 nm a 800 nm.

A porcentagem de remoção obtida, calculada pela diferença de integração das áreas abaixo das curvas, foi de 76,65 %.

Conclusões

O pelo bovino apresentou boas eficiências de remoção do corante em soluções aquosas e em efluentes, mostrando ser uma possível alternativa, ambientalmente correta, de material adsorvente e também sugerindo uma extensão do ciclo de vida deste material.

A quantidade máxima de remoção atingida do corante em solução aquosa foi de 92,6% em pH 3,0 com 1.0 g de adsorvente e no efluente de tingimento a eficiência de remoção foi de 76,65 %.

Referências

- Mella, B. Glanert, A. C., Gutterres, M., Removal of Chromium from Tanning Wastewater and its Reuse, *Process Safety and Environmental Protection*, 95, 195-201, 2015a.
Gutterres, M., Benvenuti, J., Fontoura, J. T., Ortiz-Monsalve, S., Characterization of raw wastewater from tanneries, *J. Society of Leather Technologists and Chemists (JSLTC)*, 99, 280-287, 2015.
Piccin, J.S., Feris, L. A., Cooper, M. and Gutterres, M., Dye Adsorption by Leather Waste: Mechanism Diffusion, Nature Studies, and Thermodynamic Data, *J. Chemical & Engineering Data*, 58, 873-882. 2013.