

**Carvão Ativado Produzido a partir da Casca de Banana para Remoção de
Corantes da Água**

Davi Santana de Lima¹

Denizia de Sousa Santos²

Elisabete Santana Santos³

Gabriel Adega Lopes Alves⁴

Esp: Magali Canhamero⁵

Resumo: A crescente demanda por soluções sustentáveis no tratamento de água impulsiona a pesquisa de materiais alternativos para remoção de contaminantes. O carvão ativado produzido a partir da casca de banana mostra-se promissor, apresentando adsorção de corantes. Sua alta área superficial e porosidade contribuem para o resultado. Considerando os impactos ambientais e à saúde humana causados pelo descarte inadequado de efluentes industriais contendo corantes, avaliou a capacidade do carvão ativado de casca de banana na remoção do azul de metileno em solução aquosa. Utilizando espectrofotometria, determinamos a curva analítica. Os resultados indicaram seu potencial para aplicação em sistemas de águas residuais.

Palavras-chave: Casca de banana; azul de metileno; Adsorção; Tratamento de água.

¹Aluno do Curso Técnico em Química- davi.lima74@etec.sp.gov.br

²Aluno do Curso Técnico em Química- denizia.santos@etec.sp.gov.br

³Aluno do Curso Técnico em Química- elisabete.santos52@etec.sp.gov.br

⁴Aluno do Curso Técnico em Química- gabriel.alves377@etec.sp.gov.br

⁵Professora do Curso Técnico em Química- Magali.canhamero01@etec.sp.gov.br

Abstract: The growing demand for sustainable solutions in water treatment drives research into alternative materials for contaminant removal. Activated carbon produced from banana peel shows promise, demonstrating effectiveness in the adsorption of dyes such as methylene blue. Its high surface area and porosity contribute to this efficiency. Considering the environmental and human health impacts caused by the improper disposal of industrial effluents containing dyes, this study evaluated the capacity of banana peel activated carbon to remove methylene blue in aqueous solution. Using spectrophotometry, we determined the adsorption efficiency by constructing a calibration curve. The results confirm the method's effectiveness, indicating its potential for application in wastewater treatment systems.

Keywords: Banana peel; Methylene blue; Adsorption; Water treatment.

1 INTRODUÇÃO

A poluição hídrica decorrente do descarte inadequado de corantes sintéticos provenientes da indústria têxtil é uma preocupação crescente, dada sua toxicidade e difícil degradação no ambiente aquático. Esse cenário tem incentivado o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para tratamento de efluentes. A adsorção, devido à sua simplicidade operacional, eficácia e baixo custo, destaca-se como uma alternativa promissora no tratamento de águas residuais contaminadas (SMITH et al., 2020). No entanto, a produção tradicional de carvão ativado utiliza matérias-primas não renováveis e processos ambientalmente impactantes (Johnson & Lee, 2019). A utilização de resíduos agroindustriais, como a casca de banana, rica em carbono e abundante, surge como alternativa viável e ecologicamente correta para a produção de carvão ativado (Garcia et al., 2021), especialmente relevante no contexto da crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental da indústria têxtil, segunda maior poluidora mundial (World Textile Report, 2022). A alta demanda por água e a consequente geração de efluentes tóxicos, contendo corantes não biodegradáveis, exigem o desenvolvimento de soluções inovadoras para o tratamento de águas residuárias (Kumar & Patel, 2023). Essa metodologia visa contribuir para o desenvolvimento de técnicas de tratamento de água mais sustentáveis e o aproveitamento de resíduos agroindustriais (Silva & Moreira, 2023).

Efluentes Têxteis

O crescente desenvolvimento industrial impõe a necessidade de uma abordagem crítica à problemática da poluição ambiental. A gestão eficaz dos resíduos gerados pelas indústrias é fundamental. No setor têxtil, a remoção da coloração de efluentes configura um desafio

significativo. A complexa degradação dos corantes dificulta o tratamento por métodos convencionais, como o lodo ativado (Robinson et al., 2001). A persistência desses compostos contribui para a contaminação ambiental, comprometendo a fotossíntese aquática e apresentando potencial carcinogênico (Forgacs et al., 2004). Para o tratamento complementar dos efluentes, técnicas como coagulação, flotação e sedimentação demonstram eficiência (Yonar et al., 2006). Entretanto, a adsorção por carvão ativado se destaca na remoção de corantes (Walker & Weatherley, 1997).

Adsorção

A adsorção consiste na acumulação de moléculas de soluto na superfície de um adsorvente, aumentando a área superficial e reduzindo a concentração na fase líquida até o equilíbrio. O processo pode ser físico (forças de van der Waals, reversível) ou químico (compartilhamento ou troca de elétrons, ligações mais fortes, irreversível). Isotermas de adsorção descrevem a capacidade de adsorção, auxiliando na avaliação da viabilidade técnica e econômica do processo. Isotermas côncavas (favoráveis) indicam alta adsorção em baixas concentrações, enquanto isotermas convexas (desfavoráveis) apresentam baixa eficiência nessas mesmas condições. (NATURALTEC, 2017; SCHONS).

Casca de Banana como adsorvente

O carvão ativado a partir de resíduos agroindustriais, como a casca de banana, apresenta viabilidade econômica. Com a segunda fruta mais consumida no Brasil, a casca de banana, frequentemente descartada, representa de 30% a 40% do peso total da fruta e possui grupos hidroxila e carboxila (pectina), conferindo-lhe capacidade de adsorção de metais pesados e compostos orgânicos. A literatura sobre o reaproveitamento desse resíduo ainda é limitada, mas seu uso reduz impactos ambientais e agrega valor ao cultivo da banana (Nascimento, G. E., & Lima , 2019). No processo de produção de carvão ativado a partir da casca de banana, a casca é primeiro seca e carbonizada em alta temperatura. Durante a carbonização, ela se transforma em carvão. O carvão resultante pode então ser tratado com um ativador químico para melhorar suas propriedades de adsorção. Não se mistura a banana com carvão já existente; a casca de banana é a matéria-prima que se transforma em carvão ativado.

Ativador Químico

O ativador químico é uma substância utilizada para aumentar a porosidade e a área de superfície do carvão ativado, melhorando sua capacidade de adsorção. Comumente, ácidos como ácido fosfórico (HPO_3) ou bases como hidróxido de potássio (KOH) são usados como ativadores. Eles ajudam a abrir os poros na estrutura do carbono durante o processo de ativação térmica.

pH

O pH é uma medida que indica a quão ácida ou básica (alcalina) uma solução é. A escala de pH vai de 0 a 14, onde:

- Um pH de 7 é considerado neutro, como a água pura.
- Um pH menor que 7 indica acidez.
- Um pH maior que 7 indica alcalinidade.

O pH da água pode afetar vários fatores no sistema de reuso, tais como:

- Corrosão e incrustação: Água muito ácida pode corroer tubulações e equipamentos, enquanto água muito alcalina pode causar incrustações.

- Eficiência de tratamento: Certos processos de tratamento de água dependem de faixas de pH específicas para serem eficazes.

- Segurança e adequação ao uso: O pH pode influenciar a segurança da água para consumo humano, irrigação ou outros usos.

O conceito de pH é importante em muitas áreas, incluindo química, biologia e tratamento de água, pois influencia reações químicas e a solubilidade de substâncias.

1.1 Espectrofotômetro UV-VIS

A técnica instrumental da espectrofotometria no UV-VIS é amplamente utilizada em estudos químicos, físicos e biológicos devido ao seu custo relativamente baixo e à grande diversidade de aplicações (ROCHA e TEIXEIRA, 2004). Uma aplicação inovadora dessa técnica é a utilização de carvão ativado obtido da casca de banana para remover poluentes da água.

O funcionamento da espectrofotometria UV-VIS baseia-se na interação entre a matéria (amostra) e a luz, utilizando o espectro ultravioleta e visível, que corresponde ao comprimento de onda entre 160 a 780 nm. Essa técnica permite quantificar a radiação absorvida ou emitida por moléculas, determinando a concentração de substâncias químicas (CIENFUEGOS e VAITSMAN, 2000).

O processo de adsorção pode ser monitorado através do espectrofotômetro UV-VIS. Inicialmente, mede-se a absorbância da solução de azul de metileno antes do tratamento. Após a adição do carvão da casca de banana e um período de contato, a solução é filtrada e a absorbância é medida novamente. A diminuição na absorbância indica a remoção pela adsorção.

A eficiência pode ser avaliada utilizando a lei de Lambert-Beer, que relaciona a absorbância (A) com a concentração (c) da amostra:

$$A = \epsilon cb$$

Onde ϵ é o coeficiente de absorção molar, (c) é a concentração do azul de metileno, e (b) é a espessura da solução atravessada pela luz.

Para realizar essa análise, é necessário um espectrofotômetro UV-VIS em perfeito estado, com todos os componentes essenciais funcionando adequadamente. A amostra tratada é colocada em uma cubeta apropriada para a região espectral utilizada, e a absorbância é medida para determinar a eficácia do processo.

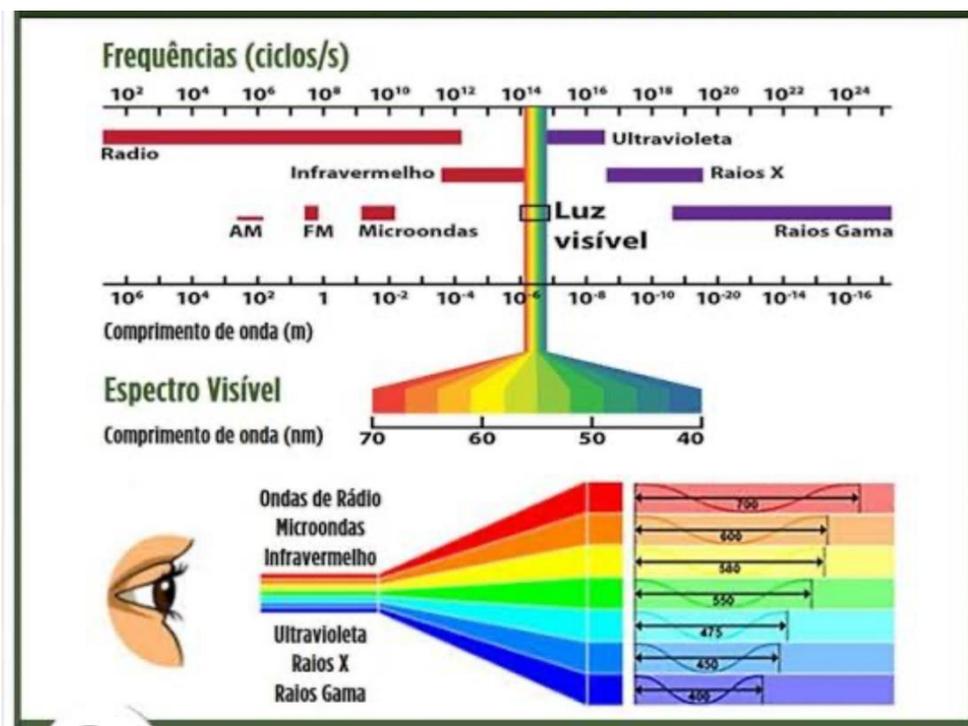


Figura: Espectrofotômetro. **Fonte:** Allcrom (2010)

1.2 Objetivos

Aplicação do uso do carvão ativado da casca da banana na remoção de resíduos de água contaminadas com corantes.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Materiais e Reagentes

Cascas de banana maduras, Estufa, Espátula, Béquer 600ml, Proveta 100 ml, Cadinho, mufla, triturador, Balança analítica, Filtro Qualitativo.

2.2 Reagentes: Água destilada, Ácido fosfórico, Bicarbonato de Sódio e Azul de Metileno dissolvido em 15% em H₂O.

2.3 Procedimento Experimental

1. Preparação das Cascas de Banana:

- Coletar uma quantidade suficiente de cascas de banana.
- Lavar as cascas de banana com água destilada para remover impurezas superficiais
- Cortar as cascas em pequenos pedaços para facilitar a secagem.

2. Secagem:

- Secar as cascas de banana ao ar livre por 24 horas.
- Após a secagem inicial, colocar as cascas em um forno a 150°C por 6 horas para remover toda a umidade residual.

2. Trituração:

- Triturar utilizando o triturador até obter um pó.

3. Ativação Química:

- Misturar o carvão peneirado com a solução ativadora em uma proporção de 1:1 (carvão: solução) e deixar em contato por 1 hora.
- Secar o carvão ativado em um forno a 100°C por 6 horas.

4. Carbonização:

- Colocar as cascas de banana secas em um cadinho e transferir para o forno mufla.
- Aquecer o forno a uma temperatura de aproximadamente 600°C por 2 horas. Esse processo deve ser feito em atmosfera inerte, se possível, para evitar a combustão completa das cascas.

5. Moer:

- Transformar o carvão ativado retirado da mufla em um pó fino.

6. Utilização e testes:

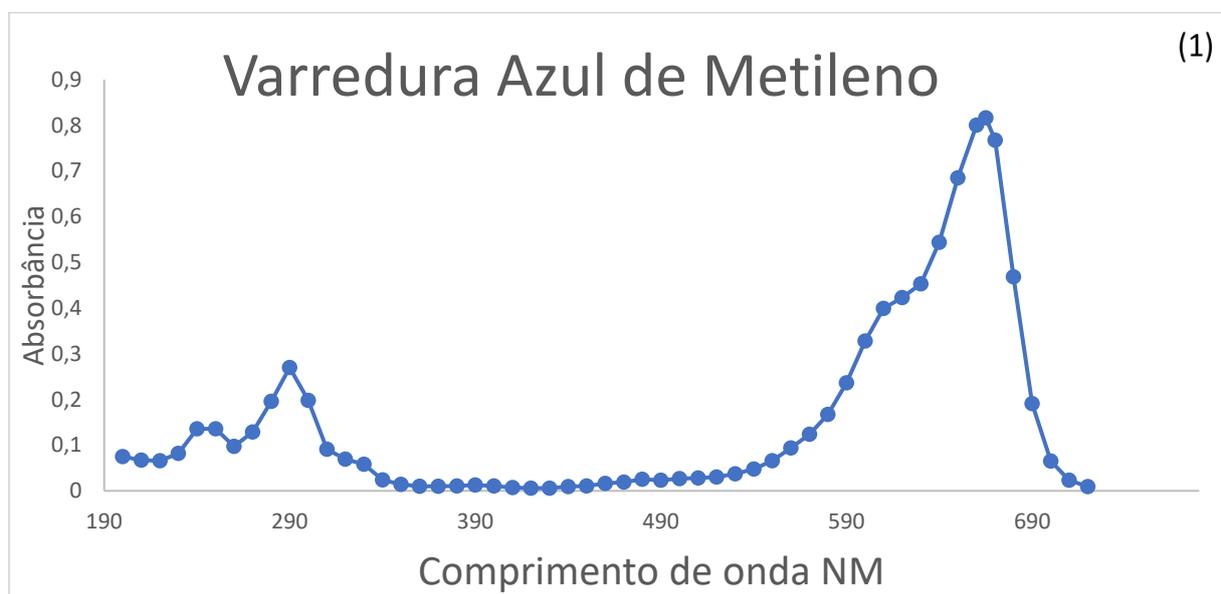
- Pesar quantidade 0,3g de carvão ativado da casca de banana, 200 ml azul de metileno diluído.
- Deixar em agitação por 30min.
- Deixar descansando por 30min.
- Realizar a filtração em filtro.
- Neutralização do pH.

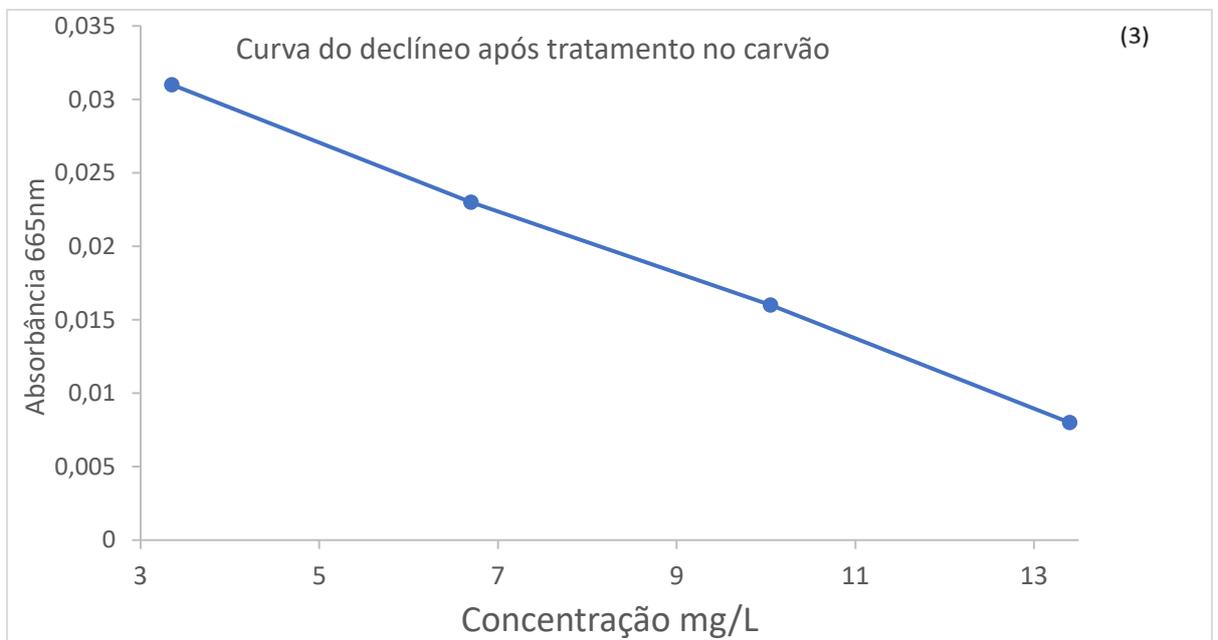
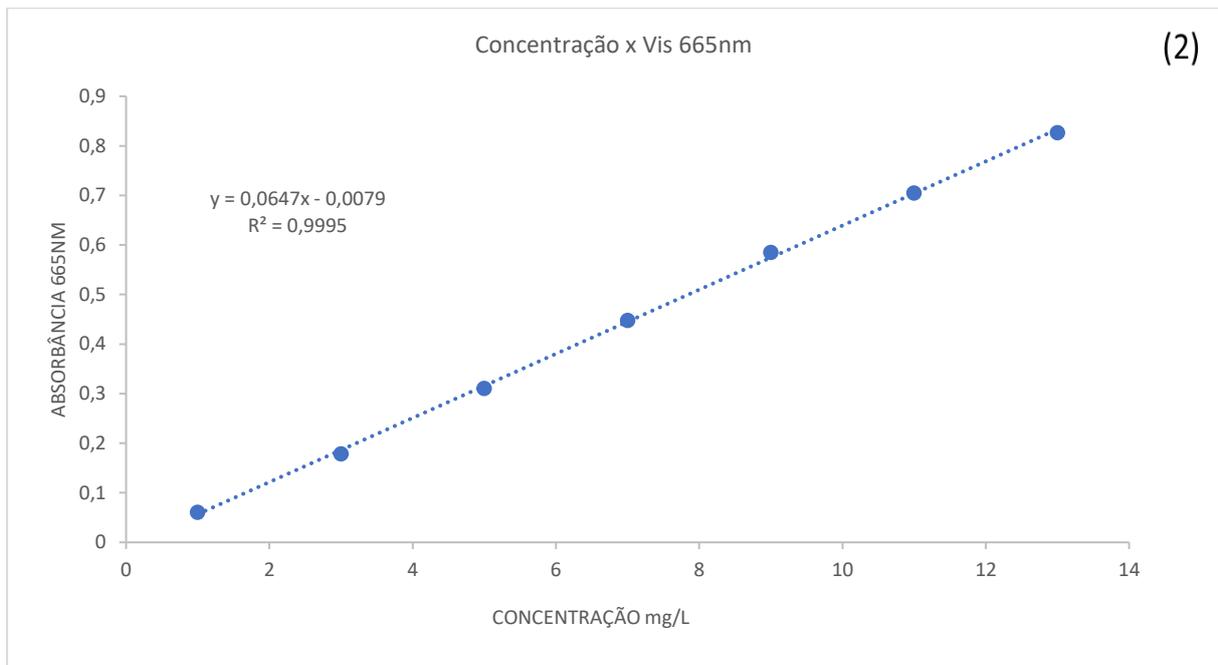
2.4 Material e Métodos



2.5 Resultados

Os resultados foram obtidos como mostram as imagens abaixo.





Concentração mg/L	Absorbância Vis	Absorbância Inicial Vis	% Remoção vis
3,35	0,031	0,143	78,32
6,7	0,023	0,522	95,59
10,05	0,016	0,809	98,02
13,4	0,008	1,073	99,25

(4)

Figuras 1 a 4: Autoria própria

A tabela acima demonstra os resultados de adsorção inicial e final, antes e após o tratamento com carvão ativado e filtragem, onde indica uma significativa remoção do contaminante Azul de Metileno, com uma solução base de 13,4 mg/L em 20 ml, resta apenas 0,1mg/L em uma amostra de mesmo volume.

Neutralização do PH.

A água adsorvida com carvão, é neutralizada pois ela sai ácida pelo fato da ativação com ácidos, e com neutralização se torna adequada para reuso.

Cálculo de Neutralização do pH.

HPO₃ NaOH

20 ml 3ml

100 ml X

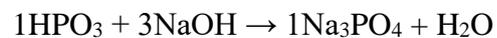
$X = 3.000 / 20 = 150 \text{ ml (1 mol NaOH)}$

20 ml 0,35 ml

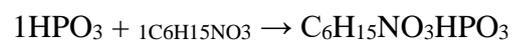
1000 ml X

$X = 350 / 20 = 17,5 \text{ ml (trietanolamina)}$.

Reação entre ácido e Hidróxido de Sódio, equilibrando o PH



Reação entre ácido e a trietanolamina, equilibrando o PH



3 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Através dos experimentos realizados, a casca de banana transformada em carvão ativado ocorre uma redução de acordo com os dados apresentados na análise acima. foi possível obter um material adsorvente, capaz de reduzir a concentração do corante na água. A análise espectrofotométrica UV-VIS confirmou, evidenciando uma diminuição na absorbância da solução tratada, e a pode ainda voltar ao sistema de água de reuso com filtração e acerto de pH.

3 REFERÊNCIAS

SMITH, J.; LEE, M.; BROWN, K. Advances in adsorption technologies. *Water Science Journal*, v. 25, n. 2, p. 34-50, 2020

AGUIA, M. R. M. P. de; NOVAES, A. C.; GUARINO, A. W. S. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. *Química Nova*, São Paulo, v. 25, n. 6b, p. 1145-1154, 2002

CANCIAM, César A.; PEREIRA, Nehemias C. Caracterização Química da Casca de Banana Nanica como Biossorvente de Íons Fluoretos. In: Ii Congresso Online Nacional de Química, 2020, Online. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2020.

COELHO, Filipe Alves; D'AMELIO, Monica Tais Siqueira; SABLÓN, Vicente Idalberto Becerra. *Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 2*. Ponta Grossa – Paraná: Atena, 2021. 240 p. ISBN 978-65-5706-999-8.

HOWE, K.J.; HAND, D.W.; CRITTENDEN, J.C.; TRUSSELL, R.R.; TCHOBANOGLIOUS, G. *Princípios de Tratamento de Água*. São Paulo – SP: Cengage Learning Brasil, 2016.9788522124084. Disponível em:<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522124084/>. Acesso em: 13 Jun 2024.

ROCHA, Fábio R. P. ; TEIXEIRA, Leonardo S. G. . ESTRATÉGIAS PARA AUMENTO DE SENSIBILIDADE EM ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS. (Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP) Departamento de Engenharia e Arquitetura, Quim. Nova, Vol. 27, No. 5. Salvador - BA, 2004

NATURALTEC (org.). Carvão Ativado: Ficha Técnica. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.naturaltec.com.br/carvao-ativado-ficha-tecnica/>. Acesso em: 21 abr. 2024.

OLIVEIRA, K. S. G. C et al. Reaproveitamento da Casca de Banana Para Tratamento de Soluções Aquosas Contendo Cobre. In: XII Congresso Brasileiro De Engenharia Química Em Iniciação Científica, 2017, São Carlos – SP. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2017.

SCHONS, Elenice. Fenômenos interfaciais. Disponível em: https://cetm_engminas.catalao.ufg.br/n/53793-fenomenos-interfaciais. Acesso em: 20 Maio 2024.

<https://proceedings.science/cobeq/cobeq-2014/trabalhos/adsorcao-de-corante-cationico-por-carvao-ativado-de-casca-de-banana?lang=pt-br>.

ESPECTROFOTOMETRIA NO UV-VIS (análise de mistura de corantes), Plano de aula de Análise Instrumental - 2016, e-disciplinas, moodle USP . Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=4686394>> acesso em: 01/11/2024.

LIMA, L.S., (2013) Lei de Lambert–Beer, Rev. Ciência Elem., V1(1):047, 2013.

ROCHA, Fábio R. P .; TEIXEIRA, Leonardo S. G. . ESTRATÉGIAS PARA AUMENTO DE SENSIBILIDADE EM ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS. (Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP) Departamento de Engenharia eArquitetura, Quim. Nova, Vol. 27, No. 5. Salvador - BA, 2004.

ESPECTROFOTOMETRIA NO UV-VIS (análise de mistura de corantes), Plano de aula de Análise Instrumental - 2016, e-disciplinas, moodle USP . Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=4686394>> acesso em: 01/11/2024.

Silva, A. R. et al. (2020). Remoção do corante Azul de Metileno utilizando casca de banana como adsorvente. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 24(1), 189-197.

Oliveira, F. A. et al. (2019). Estudo da adsorção do corante azul de metileno com casca de banana e carvão ativado. Química Nova, 42(5), 582-588.