

COMPORTAMENTO TINTORIAL DO EXTRATO DE *HIBISCUS SABDARIFFA* SOBRE SUBSTRATOS TÊXTEIS TRATADOS COM *ALOE VERA* E LUZ ULTRAVIOLETA

Isabella Signor Nozzoli¹, Catia Rosana Lange de Aguiar²

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, Brasil
(isabellanozzoli@hotmail.com)

² Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, Brasil

Resumo: O uso de corantes naturais em processos de tingimento têxtil tem sido amplamente investigado como alternativa sustentável aos corantes sintéticos. Neste estudo, avaliou-se o comportamento tintorial do extrato de *Hibiscus Sabdariffa* aplicado às fibras de viscose e lã, considerando o efeito combinado da modificação superficial por radiação ultravioleta (UV) e do uso de *Aloe Vera*. Os resultados indicam que a combinação de biomordentes e modificação superficial pode contribuir com tingimentos sustentáveis.

Palavras-chave: Tingimento natural; Biomordentes. Tratamento UV; *Aloe Vera*; *Hibiscus Sabdariffa*.

INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com os impactos ambientais associados ao uso de corantes e auxiliares sintéticos têm impulsionado a busca por alternativas sustentáveis nos processos de tingimento têxtil (BECHTOLD; MUSSAK, 2009; SHAHID et al., 2013). Nesse contexto, os corantes naturais de origem vegetal destacam-se como opções promissoras. Contudo, sua aplicação em escala têxtil ainda enfrenta desafios relacionados à afinidade fibra-corante e à estabilidade cromática.

As antocianinas extraídas de *Hibiscus sabdariffa* têm despertado interesse devido à intensa coloração e à origem renovável. A interação dessas moléculas com fibras têxteis depende fortemente da composição química do substrato, sendo geralmente mais favorável em fibras proteicas, como a lã, do que em fibras celulósicas, como a viscose (BECHTOLD; MUSSAK, 2009; SHAHID; MOHAMMAD, 2013). A cor vermelha profunda dos cálices de *Hibiscus* deve-se à presença de pigmentos antocianínicos, principalmente cianidina-3-sambubiosídeo (ALEGBE e UTHMAN, 2024). *Hibiscus* podem ter diversas cores, e dependendo da cor, seus pigmentos podem ser classificados em carotenóides ou em antocianinas (BLACK, 2025). Em termos de aplicação, o tingimento com o extrato bruto é, em todos os casos, a abordagem mais ecológica (PHAN et al., 2021).

Estratégias sustentáveis têm sido investigadas para ampliar a eficiência dos corantes naturais, incluindo o uso de biomordentes de origem vegetal e técnicas de modificação superficial. Extratos de *Aloe Vera*, ricos em polissacarídeos e compostos fenólicos, têm sido reportados como biomordentes eficazes, enquanto a

radiação ultravioleta (UV) pode promover a ativação superficial das fibras, favorecendo a ancoragem do corante (KAVITHA et al., 2016). As substâncias ativas contendo nitrogênio ou oxigênio no ambiente reagem quimicamente com a superfície do polímero durante o tratamento com plasma ou irradiação UV, levando à quebra ou substituição da ligação C–H (GOU et al., 2025). IQBAL et al., (2023) obtiveram excelentes resultados em tingimento de lã com corante natural empregando a *Aloe Vera* como biomordente. A figura 1 apresenta a estrutura molecular de um biomordente de *Aloe Vera*.

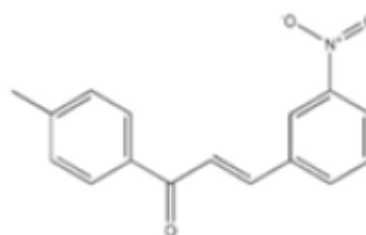


Figura 1 – Estrutura molecular do biomordente *Aloe Vera*.

Fonte: PRANTA e RAHAMAN (2024).

Considerando a literatura consultada, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito combinado da modificação superficial por radiação UV e da aplicação de biomordente de *Aloe Vera* na eficiência tintorial de fibras de viscose e lã tingidas com extrato de *Hibiscus*, utilizando ácido cítrico, etanol e água deionizada como meios de extração e tingimento



MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo foram utilizadas folhas de *Aloe Vera* maduras, flores de *Hibiscus* secas, etanol 92%, água deionizada, ácido cítrico anidro, hidróxido de sódio (50%), detergente umectante aniônico e amostras de tecido plano de lã e malha de viscose, ambas purgadas. Os experimentos foram conduzidos com o auxílio dos seguintes equipamentos: balança analítica BL (Shimadzu), liquidificador (Philco), máquina de tingimento HT IR Dyer TC 2200 (Tex Control), estufa (Lucadema), Foulard (Mathis), Câmara de Luz Ultravioleta, construída pelos pesquisadores utilizando uma caixa de MDF tratada com verniz e revestida internamente com papel alumínio para aumentar a reflexão da luz no interior da câmara. No topo interno da caixa uma lâmpada de radiação UV-C de alta intensidade, fluorescente 26 x 436 mm Osram Puritec HNS G13; P = 15 W; $\lambda = 254$ nm; $\phi = 7800$ cd e espectrofotômetro modelo DC 500 (Datacolor).

Preparação dos tecidos para tingimento

A limpeza dos tecidos de lã e viscose foram efetuadas por meio de um processo de purga alcalina, com o emprego de 2 g/L de NaOH (50%) e 2 g/L de detergente umectante aniônico, em relação de banho de 1:20 em máquina de tingimento HT IR, em temperatura de 80 °C durante 30 minutos. Após a purga, as amostras foram neutralizadas com ácido acético e enxaguadas em água limpa e fria. Após a purga, as amostras foram secas e recortadas em tamanho padrão, onde as amostras de lã pesaram aproximadamente 0,20 gramas cada e as amostras de viscose pesaram aproximadamente 0,50 gramas cada.

Obtenção do extrato de *Aloe Vera*

As folhas de *Aloe Vera* utilizadas neste estudo foram coletadas em uma propriedade localizada no município de Indaial, no estado de Santa Catarina (-26.895126604533125, -49.247792620346715). As folhas foram lavadas e descascadas e então separadas do gel. O gel foi triturado com o auxílio de um liquidificador, para a obtenção de uma pasta homogênea e concentrada.

Mordentagem dos tecidos com extrato de *Aloe Vera*

A mordentagem dos tecidos de lã e viscose com o extrato de *Aloe Vera* foi realizada com uma solução a 10% do biomordente, em relação de banho de 1:50. Os tecidos foram submersos na solução de *Aloe Vera*, em temperatura ambiente e em repouso durante 60 minutos (PULYANI e CHAUHAN, 2023). Após este tempo as amostras foram retiradas desta solução e espremidas no Foulard, em pressão de 2 bar e velocidade dos cilindros de 2 m/min, com o intuito de retirar o excesso do fluido e garantir a uniformidade do biomordente ao longo de toda a superfície dos tecidos. As amostras foram encaminhadas para

secagem em estufa em temperatura de 40 °C, até peso constante.

Modificação Superficial dos tecidos com Luz Ultravioleta

A modificação superficial das fibras têxteis de lã e viscose por meio de radiação ultravioleta (UV), associada à aplicação de um biomordente de *Aloe Vera*, insere-se no contexto da busca por alternativas sustentáveis aos processos convencionais de tingimento têxtil.

A exposição das fibras à radiação UV promove alterações físico-químicas na superfície dos materiais, como a formação de grupos funcionais polares e o aumento da rugosidade superficial, o que pode favorecer a ancoragem de moléculas de corantes. Amostras dos tecidos purgados, bem como purgados e biomordentados com *Aloe Vera* foram submetidos à radiação UV durante 15, 60 e 120 minutos, respectivamente, em câmara de luz já descrita no início desta seção. Após exposição, os tecidos foram armazenados em caixa fechada e sem entrada de luz.

Obtenção do extrato de *Hibiscus sabdariffa*

O cálice refere-se à parte carnosa e vermelha da flor de *Hibiscus sabdariffa*. Os cálices secos utilizados no presente estudo, foram obtidos em uma loja de produtos naturais, localizada no município de Blumenau, no estado de Santa Catarina. Para obter o pó destes cálices, estes foram triturados utilizando um moedor de café. O pó obtido a partir desse processo foi peneirado para remoção de fragmentos maiores com o objetivo de obter um pó fino e homogêneo, facilitando o processo de obtenção do corante.

Para a extração do corante, foram utilizados 3 solventes diferentes.

A primeira extração foi realizada utilizando etanol. O processo constituiu-se em diluir 10 g do pó de *Hibiscus sabdariffa* em 100 mL de etanol em um Erlenmeyer, onde a mistura foi deixada coberta, em repouso e em capela por 24h, em temperatura ambiente. Após o tempo determinado, o extrato foi submetido a filtragem com bomba de filtração a vácuo, permitindo remover os resíduos sólidos.

Foi também realizada a extração com ácido cítrico, seguindo a mesma metodologia do etanol. Ambos extratos foram armazenados fechados, em frasco âmbar e em geladeira, para uso futuro.

Para a extração utilizando água deionizada, de forma semelhante, misturou-se 10g de pó de *Hibiscus sabdariffa* em 100mL de água. Em seguida a mistura foi levada para aquecimento na máquina de tingimento HT IR Dyer TC 2200 na temperatura de 80°C por 60 minutos. Após resfriamento até temperatura ambiente, foi realizada filtragem a vácuo para remoção dos sólidos. O extrato obtido foi armazenado adequadamente em geladeira para uso futuro.



Tingimento

Foram tingidas amostras de lã e de viscose conforme especificação a seguir:

Padrão: amostra purgada

P UV 120: amostra purgada, seca e submetida a luz UV por 120 minutos.

P UV 60: amostra purgada, seca e submetida a luz UV por 60 minutos.

P UV 15: amostra purgada, seca e submetida a luz UV por 15 minutos.

AV: amostra purgada e biomordentada com *Aloe Vera*.

AV UV 15: amostra purgada, biomordentada com *Aloe Vera* e submetida a luz UV por 15 minutos.

AV UV 30: amostra purgada, biomordentada com *Aloe Vera* e submetida a luz UV por 30 minutos.

AV UV 60: amostra purgada, biomordentada com *Aloe Vera* e submetida a luz UV por 60 minutos.

Todas as amostras foram submetidas ao tingimento em máquina de tingimento de canecos, com aquecimento por IR, sob temperatura controlada de 80 °C, durante um tempo total de 60 minutos, seguido de resfriamento até 60 °C e uma lavagem em água fria.

Os tingimentos foram efetuados com cada extrato individualmente (etanol, ácido cítrico e água), onde foi aplicada uma solução de 20% de extrato em água, em uma relação de banho de 1:20. O pH da solução de cada tingimento foi medido antes do início do processo, apresentando valor de 1,66 para o extrato obtido com ácido cítrico, 2,25 para o extrato obtido com etanol e 2,60 para o extrato em água.

Após o tingimento as amostras foram secas em estufa em temperatura máxima de 40 °C até peso constante e acondicionadas em ausência de luz.

Essa padronização experimental possibilita a comparação sistemática dos efeitos dos diferentes meios de tingimento sobre o comportamento tintorial das fibras de viscose e lã, assegurando consistência metodológica e confiabilidade na análise comparativa dos resultados obtidos.

Avaliação da intensidade colorística dos tecidos tingidos

Para analisar a intensidade de cor das amostras após o tingimento com os extratos obtidos a partir dos cálices de *Hibiscus sabdariffa*, foi empregada a técnica de espectroscopia de reflectância utilizando o espectrofotômetro de reflectância Datacolor® Spectrum 500. As medições foram realizadas no espaço de cores, juntamente com a avaliação do coeficiente de absorção e dispersão (K/S), para quantificar a intensidade da coloração nos diferentes processos. Além disso, foi também determinado o ΔE (distância cromática total), permitindo uma análise das mudanças cromáticas durante os tratamentos aplicados sobre os tecidos e os diferentes solventes

utilizados na obtenção dos extratos empregados como corante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação entre os meios de tingimento evidencia diferenças significativas na eficiência tintorial do extrato de *Hibiscus*. O meio ácido cítrico apresentou maior potencial de intensidade da cor, sobretudo para a lã, favorecendo a fixação do corante e resultando nos maiores valores de intensidade colorística (K/S), especialmente quando associado a tratamentos prévios mais intensos. O etanol, por sua vez, mostrou desempenho inferior para a viscose, exigindo a combinação otimizada de biomordente e radiação UV para ganhos pontuais. Enquanto para a lã, a intensificação da cor foi predominantemente favorecida pela radiação UV aplicada a amostras purgadas. Já o meio aquoso (água deionizada) apresentou comportamento mais estável, com valores elevados e homogêneos de K/S para ambas as fibras, indicando boa afinidade do corante sem necessidade de tratamentos agressivos, além de menor variação cromática, evidenciada pelos menores valores de ΔE . Esses resultados demonstram que o meio de tingimento exerce influência determinante tanto na intensidade quanto na estabilidade cromática do sistema têxtil.

A análise comparativa entre as fibras evidencia que a lã apresentou desempenho tintorial superior em relação à viscose em todos os meios avaliados. Em função de sua natureza proteica catiônica, a lã demonstrou elevada afinidade pelo corante natural, resultando em maiores valores de K/S e maior resposta positiva aos tratamentos prévios, especialmente à radiação UV e ao uso de biomordente. A viscose, de caráter celulósico e aniônico, apresentou comportamento mais dependente das condições experimentais, com intensificação da cor principalmente em exposições curtas à radiação UV e em meio aquoso. Assim, os resultados reforçam que a composição química da fibra é um fator determinante na interação fibra–corante e na resposta aos tratamentos de modificação superficial.

A Tabela 1 mostra a avaliação colorística das amostras de viscose tingidas com o extrato de *Hibiscus* obtido com ácido cítrico.

É importante salientar que em todas as tabelas não há valor numérico de ΔE na amostra padrão pois esta é a amostra considerada o parâmetro para a determinação do respectivo coeficiente.

Tabela 1. Avaliação colorística das amostras de **viscose** com extrato de *Hibiscus*, em meio **ácido cítrico**.

Amostra	K/S	ΔE	Cor
Padrão	12,14		
P UV 120	11,19	0,4	
P UV 60	10,40	2,13	
P UV 15	13,14	2,02	
AV	10,47	3,01	
AV UV 15	10,01	1,72	
AV UV 30	9,21	2,08	
AV UV 60	9,93	2,45	

O tingimento da viscose com o extrato obtido em ácido cítrico apresentou somente uma amostra com coloração mais intensa que o padrão, que foi a amostra purgada e tratada com UV por 15 minutos, porém como as diferenças são pequenas, é possível afirmar que para esta combinação de fibra, extrato e tratamentos superficiais não há variação ou incremento considerável de tonalidade.

A tabela 2 mostra os resultados obtidos após o tingimento do tecido de lã, nas mesmas condições da viscose, apresentados na tabela 1.

Tabela 2. Avaliação colorística das amostras de **lã** com extrato de *Hibiscus*, em meio **ácido cítrico**.

Amostra	K/S	ΔE	Cor
Padrão	29,71		
P UV 120	40,90	3,43	
P UV 60	30,28	1,61	
P UV 15	31,07	0,71	
AV	34,30	1,1	
AV UV 15	30,19	1,64	
AV UV 30	37,26	1,37	
AV UV 60	32,16	2,07	

Os resultados do tingimento da lã com o extrato de *Hibiscus* obtido em ácido cítrico são 2,44 vezes maior que a amostra de viscose, indicando uma maior afinidade do extrato pela fibra animal. Ao comparar os diferentes tratamentos superficiais, chega-se a conclusão que a amostra purgada e submetida a luz UV durante 120 minutos, seguida da amostra biomordentada e submetida a luz UV por 30 minutos

mostraram um incremento de cor 1,37 e 1,25 maior ao comparado com o padrão, respectivamente.

As tabelas 3 e 4 mostram a variação de tonalidade obtida nas amostras tingidas com o extrato obtido em meio etanólico.

Tabela 3. Avaliação colorística das amostras de **viscose** com extrato de *Hibiscus*, em meio **etanólico**.

Amostra	K/S	ΔE	Cor
Padrão	8,30		
P UV 120	7,92	3,44	
P UV 60	7,95	3,04	
P UV 15	7,31	3,13	
AV	8,73	4,06	
AV UV 15	8,24	4,05	
AV UV 30	10,20	3,52	
AV UV 60	8,32	3,73	

Os tingimentos realizados com o extrato obtido em meio alcoólico, com etanol, apresentaram resultados de intensidade colorística inferior aos outros solventes. Houve um ganho de intensidade de cor na amostra mordentada com *Aloe Vera* e modificada sob luz UV por 30 minutos, mas ainda assim, com resultados pouco expressivos, indicando que esse solvente não é adequado para o tingimento de fibras de viscose com extrato de *Hibiscus*.

Tabela 4 – Avaliação colorística das amostras de **lã** com extrato de *Hibiscus*, em meio **etanólico**.

Amostra	K/S	ΔE	Cor
Padrão	30,06		
P UV 120	36,35	2,57	
P UV 60	38,32	5,96	
P UV 15	30,92	0,83	
AV	19,89	4,18	
AV UV 15	23,80	3,08	
AV UV 30	19,08	3,69	
AV UV 60	28,52	3,27	

Os resultados obtidos para o tingimento da lã com o extrato de *Hibiscus* obtido em meio alcoólico foi muito próximo ao obtido com ácido cítrico, também indicando que as amostras tratadas apenas com radiação UV após 60 e 120 minutos.

Tabela 5 – Avaliação colorística das amostras de viscosa com extrato de *Hibiscus*, em meio aquoso (água deionizada).

Amostra	K/S	ΔE	Cor
Padrão	13,60		
P UV 120	13,24	1,78	
P UV 60	12,44	0,59	
P UV 15	12,35	0,81	
AV	11,90	1,03	
AV UV 15	13,27	0,36	
AV UV 30	15,25	1,02	
AV UV 60	12,70	0,67	

A tabela 5 mostra os resultados obtidos após o tingimento da viscosa com o extrato de *Hibiscus* obtido em água. Esses resultados são próximos, ligeiramente superiores aos obtidos com a extração em ácido cítrico, o que indica que a água é um solvente eficaz, de baixo custo e sustentável. No que diz respeito ao tratamento superficial do tecido, esse tingimento apresenta uma tendência a melhores valores de intensidade de cor quando a superfície é tratada com *Aloe Vera* e UV após 30 minutos.

Tabela 6 – Avaliação colorística das amostras de lã com extrato de *Hibiscus*, em meio aquoso (água deionizada).

Amostra	K/S	ΔE	Cor
Padrão	37,89		
P UV 120	33,28	1,96	
P UV 60	33,93	1,99	
P UV 15	34,11	2,22	
AV	32,54	1,26	
AV UV 15	33,83	1,52	
AV UV 30	33,69	1,6	
AV UV 60	38,96	0,83	

Seguindo a mesma tendência, a lã novamente apresentou maior intensidade de cor ao ser tingida com o extrato de *Hibiscus*, mesmo após extração em água. Os valores indicam uma leve intensidade superior na amostra biomordentada e tratada em luz UV após 60 minutos.

Os resultados obtidos demonstram que o desempenho tintorial do extrato de *Hibiscus* está diretamente relacionado à natureza da fibra, ao meio de tingimento e aos tratamentos prévios aplicados, em concordância

com a literatura sobre corantes naturais (SHAHID et al., 2013; YUSUF et al., 2017). De forma geral, a lã apresentou valores de intensidade colorística (K/S)

superiores aos da viscosa em todos os sistemas avaliados, confirmando a maior afinidade das fibras proteicas por pigmentos à base de antocianinas.

No meio ácido cítrico, observou-se intensificação significativa da cor, sobretudo para a lã, especialmente quando associada à aplicação de radiação UV. Esse comportamento pode ser atribuído à maior estabilidade das antocianinas em pH ácido e à intensificação das interações eletrostáticas com grupos ionizáveis da fibra proteica, além do aumento da reatividade superficial promovido pela radiação UV (KAVITHA et al., 2016). Para a viscosa, exposições curtas à radiação UV apresentaram efeito positivo, enquanto tratamentos mais intensos resultaram em redução da eficiência tintorial.

Em meio etanólico, a viscosa apresentou menor fixação do corante, sendo necessários tratamentos combinados de biomordente e radiação UV para obtenção de ganhos pontuais de intensidade colorística. Em contraste, para a lã, os maiores valores de K/S foram observados em amostras purgadas submetidas à radiação UV, indicando que, nesse sistema, a ativação superficial exerceu papel mais relevante que o biomordente. Esses resultados estão de acordo com estudos que apontam menor afinidade de extratos alcoólicos com fibras celulósicas (CAVALCANTI et al., 2011).

O uso de água deionizada como meio de extração e tingimento apresentou comportamento mais estável para ambas as fibras, com valores relativamente homogêneos de K/S e menores variações de ΔE , indicando maior estabilidade cromática. Esse desempenho sugere que o meio aquoso constitui uma alternativa equilibrada entre eficiência tintorial e sustentabilidade do processo (SILVA et al., 2016; YUSUF et al., 2017).

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que a eficiência tintorial do extrato de *Hibiscus sabdariffa* é fortemente influenciada pela combinação entre o tipo de fibra, o meio de tingimento e os tratamentos prévios aplicados. A lã apresentou desempenho superior à viscosa, especialmente em meio ácido cítrico e sob aplicação controlada de radiação UV, evidenciando a importância da natureza química da fibra na interação com corantes naturais.

A aplicação do biomordente de *Aloe Vera* se mostrou mais eficaz para fibras proteicas em meio ácido, enquanto seu efeito foi limitado em sistemas etanólicos. O meio aquoso destacou-se pela maior estabilidade cromática e desempenho satisfatório para ambas as fibras. De forma geral, os resultados ressaltam o potencial do uso combinado de



modificação superficial e biomordentes naturais como estratégias sustentáveis para a aplicação de corantes naturais em processos têxteis, desde que haja adequada otimização das condições operacionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa Pibic.

REFERÊNCIAS

- ALEGBE, E.O., UTHMAN, T.O. A review of history, properties, classification, applications and challenges of natural and synthetic dyes. Helyon, 2024.
- BECHTOLD, T.; MUSSAK, R. Handbook of Natural Colorants. Chichester: Wiley, 2009.
- BLACK, C. The Mystery of Hibiscus Colors. Why do hibiscus flowers change color? 2025. Disponível em: https://www.hiddenvalleyhibiscus.com/misc/color_s.htm. Acesso em: mai 2025.
- CAVALCANTI, R. N. et al. Stability and antioxidant activity of anthocyanins from *Hibiscus sabdariffa*. *Food Research International*, v. 44, n. 8, p. 2820–2826, 2011.
- GOU et al. Surface modification of PEEK fabric via UV irradiation, air plasma, and oxygen plasma: Effects on adhesion to epoxy resin. *Surfaces and Interfaces*, v. 67, 2025.
- IQBAL, K. et al. Dyeing of wool fabric with natural dye extracted from *Dalbergia Sissoo* using natural mordants. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, v. 33, 2023.
- KAVITHA, S. et al. UV radiation induced surface modification of textile fibers for improved dyeing. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 234–242, 2016.
- PHAN, K. et al. Non-food applications of natural dyes extracted from agro-food residues: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, v. 301, 2021.
- PRANTA, A. D., RAHAMAN, M. T. Extraction of eco-friendly natural dyes and bio-mordants for textile coloration: A critical review. *Nanostructures & Nano-Objects*. V. 39, 2024.
- PULYANI, M. CHAUHAN, S. *Aloe Vera* and Banana Sap as Biomordant for Dyeing of Bamboo Fabric with Natural Dyes. Dissertação de Mestrado, Delhi Technological University, 2023. Disponível em: <http://14.139.251.106:8080/jspui/bitstream/reposi>

tory/19776/1/MANIK%20PULYANI.pdf. Acesso em: mai 2025.

- ROBALO, João Ramiro Alavreda Mendes. Estudo teórico dos complexos corantes natural-mordente responsáveis pela cor final de têxteis tingidos. 2011. Tese (Doutorado) — Universidade de Évora, Évora, 2011.
- SHAHID, M.; MOHAMMAD, F. Perspectives for natural product-based agents derived from industrial plants in textile applications. *Journal of Cleaner Production*, v. 57, p. 2–18, 2013.
- SHAHID, M. et al. Natural dyes and their application to textiles: A review. *Journal of Cleaner Production*, v. 53, p. 310–331, 2013.
- SILVA, F. A. et al. Extraction of anthocyanins from *Hibiscus sabdariffa* and applications in textiles. *Industrial Crops and Products*, v. 94, p. 101–107, 2016.
- YUSUF, M.; SHABBIR, M.; MOHAMMAD, F. Natural dyes: Historical, processing and sustainable prospects. *Natural Products and Bioprospecting*, v. 7, p. 123–145, 2017.