



FIOS ACRÍLICOS PRÉ-TRATADOS COM DIFERENTES MORDENTES E SEU POTENCIAL DE TINGIMENTO COM CORANTE URUCUM

Categoria do Trabalho – Apresentação Oral

Isadora Bertini Martins Francisco
Mestranda em Universidade Federal de Santa Catarina - PGETEX/UFSC
isadora.bertini@posgrad.ufsc.br

Raphael Ferreira dos Santos Baraldi
Graduando em Engenharia Têxtil - UFSC

Eduardo Gonçalves dos Santos
Mestrando em Universidade Federal de Santa Catarina - PGETEX/UFSC

Afonso Henrique da Silva Júnior
Doutorando em Engenharia Química (UFSC)

Patrícia Viera de Oliveira
Doutorando em Engenharia Química (UFSC)

Brenno Henrique Silva Felipe
Professor Associado do Departamento de Engenharia Têxtil – DET
em Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Carlos Rafael Silva de Oliveira
Professor Associado do Departamento de Engenharia Têxtil – DET
em Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Catia Rosana Lange de Aguiar
Professora Associada do Departamento de Engenharia Têxtil – DET
em Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo identificar as melhores condições para o tingimento de fibra acrílica com corante natural urucum, considerando a presença dos mordentes metálicos alúmen e sulfato ferroso, e avaliar a influência do leite de soja, bem como a ausência de mordentes. Testes de tingimento por esgotamento foram realizados com o corante em diferentes faixas de pH, a fim de compreender o comportamento dos carotenoides bixina e norbixina provenientes da extração de sementes de urucum. A intensidade da cor foi medida por espectrofotometria, enquanto testes de solidez de cor foram realizados para avaliar a transferência de cor. O mordente de alúmen apresentou menor solidez de cor em relação ao



tingimento sem mordente, sugerindo interferência na fixação do corante, apesar dos altos valores de intensidade de cor. Por outro lado, o mordente de sulfato ferroso exibiu rendimento de cor limitado, mas alta solidez de cor. A faixa de pH natural do extrato com leite de soja demonstrou boa solidez de cor e intensidade de cor moderada, resultando em uma tonalidade amarelo claro. Estas descobertas destacam a complexidade das interações entre corantes naturais, fibras sintéticas e diferentes mordentes, enfatizando a importância de se considerar vários fatores para otimizar os resultados desejados no tingimento de fibras acrílicas.

Palavras-chave: Fibra acrílica; Corantes naturais; Bixina; Norbixina; Tingimento têxtil.

INTRODUÇÃO

As fibras têxteis podem ser divididas em dois grupos: naturais e manufaturadas. Dentro desses grupos, pode-se separá-las de acordo com as suas características químicas, sendo assim, a Poliacrilonitrila é uma fibra sintética manufaturada (Mather e Wardman, 2011).

Os mordentes são compostos essenciais nos casos em que os corantes não aderem à fibra de forma independente, e isso pode ocorrer tanto com fibras vegetais quanto com fibras animais. Esses agentes afetam a cor do corante, pois a mesma substância corante pode resultar em cores diferentes dependendo do mordente utilizado (Araújo, 2006). Porém, o uso de mordentes metálicos leva à poluição de águas residuárias com íons tóxicos, impactando negativamente o meio ambiente (de Oliveira *et al.*, 2023; Giovanazzi *et al.*, 2024; Pin *et al.*, 2021). Nesse sentido, o alúmen e o sulfato ferroso são considerados os mais seguros entre os mordentes de sais metálicos (Shahid *et al.*, 2013).

No estudo de Vithanage *et al.* (2022), leite de soja e alúmen como mordente foram utilizados em fibras naturais (algodão, linho, lã e seda) e obtiveram os melhores resultados.

A *Bixa orellana* L., ou urucum, possui, em média, 80% das sementes compostas pela bixina, um carotenóide com propriedades pigmentantes, composta de uma cadeia de 25 carbonos, fórmula molecular $C_{25}H_{30}O_4$, peso molecular de 394,51 g/mol e possui dois grupos funcionais: um ácido carboxílico e um éster metílico nas extremidades da cadeia (Vilar, 2014).

A bixina, embora solúvel em soluções apolares, na forma cis não apresenta grande lipossolubilidade em razão da polaridade provida pelos grupos situados no mesmo lado da



cadeia. Já a forma trans apresenta maior solubilidade em óleos e proporciona coloração vermelha, diferente do isômero cis, alaranjada (Garcia *et al*, 2012). Sendo a norbixina a forma saponificada da bixina, ao se adicionar ácido, aumentar a temperatura de extração, a concentração do solvente e o tempo de extração, pode levar a formação de mais norbixina. No entanto, sugere-se que a temperatura de extração não ultrapasse 70°C para evitar degradação da bixina/norbixina (Witono *et al*, 2022). A bixina é muito sensível às variações de pH, com isso, dependendo do solvente e do pH utilizado na extração, podem coexistir no meio as várias formas dos pigmentos (Silva, 2007). O objetivo deste estudo é identificar o melhor mordente, para o tingimento de acrílico com o corante natural de urucum, cujo pigmento é a bixina, em termos de força colorística e igualização.

METODOLOGIA

Pré tratamento das fibras de acrílico

Meadas de fio de 2g de 100% acrílico foram purgadas com 2g/L de detergente aniônico e 2g/L de carbonato de sódio, em máquina de tingimento por canecos HT, em temperatura de 80 °C durante 30 minutos. Após a purga, as amostras foram lavadas e secas em estufa a 60 °C.

Obtenção do leite de soja

Uma massa de 100g de soja em grãos foi adicionada em 1L de água a 60 °C onde permaneceu, em repouso, durante 24 horas. Os grãos hidratados e sem pele foram adicionados com mais 750mL de água a 60°C em um misturador e triturados por 5 minutos. Após filtrado, é aquecido em temperatura inferior a 100°C, para retirar a espuma, podendo ser armazenado, em refrigeração, por até 2 semanas.

Aplicação do mordente leite de soja

Amostras purgadas foram deixadas em repouso em uma solução de 25% de leite de soja durante 18 horas. Em seguida, as amostras foram secas a 60 °C.

Aplicação de mordentes metálicos

Seguindo a metodologia de Witono *et al* (2022), em que $KAl(SO_4)_2$ a 5g/L em 200mL de água deionizada é submetida ao aparelho HT Dyer, a um programa de 60°C por 30 minutos, com aquecimento a 3,0°C/min. Após a conclusão do processo, as amostras foram lavadas e secas em estufa a 60 °C. O mesmo foi realizado para o $FeSO_4$.

Extração alcoólica a partir de sementes de urucum

Foram adicionados 10 g de sementes de urucum em 30 mL de etanol 96°GL e aquecida até 70 °C, mantida nesta temperatura durante 60 minutos e resfriada até 40 °C. O extrato foi filtrado e armazenado em frasco ambarado e ao abrigo da luz.

O tingimento por esgotamento ocorreu a uma temperatura de 100 °C por 60 minutos. Foi empregada uma concentração de 100% de extrato alcoólico de urucum (s.p.m.) em uma relação de banho de 1:20. As diferentes faixas de pH foram ajustadas, com o pH básico, valores entre 11 e 11,6. O pH neutro, entre 6,8 a 7,2. O pH ácido no intervalo de 3,5 a 4,0. O pH aferido do banho de tingimento, denominado pH natural, com os valores de 6,5 a 6,8. As amostras, após tingidas, foram lavadas e secas em estufa em temperatura de 60°C.

Ensaio de solidez a lavagem

Montado o corpo de prova composto, de tecidos-testemunho de algodão de 60mmx120mm, costurados, com o acrílico preso em dois pontos opostos. A solução de lavagem foi preparada com 4 g/L de detergente em água deionizada. Posteriormente, foram adicionados em cada recipiente 150 mL desta solução detergente, o corpo de prova e 10 esferas de aço. O processo foi conduzido por 30 min a 40°C. Ao final do teste, o corpo de prova foi removido e enxaguado e seco em estufa a 50 °C.

Avaliação da cor das amostras tingidas

Foi empregada a técnica de espectroscopia de refletância utilizando o espectrofotômetro Datacolor® 500.

Avaliação da Solidez da Cor

O procedimento foi realizado por meio da adaptação da norma ABNT NBR ISO 105 C06.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a Tabela 1, observa-se os valores medidos de K/S e a cor obtida pelas medidas pelo espectrofotômetro Datacolor®. Algumas amostras obtiveram manchas, portanto, embora tenham sido lidos as suas coordenadas e intensidades de cor, foi escolhido colocar apenas o maior valor de K/S para apresentar nesta pesquisa.

Tabela 1 - Intensidade colorística para as meadas de acrílico tintas com extrato de urucum

pH	Sem mordente		Leite de Soja		Sulfato ferroso		Alúmen	
	K/S	Cor	K/S	Cor	K/S	Cor	K/S	Cor
6,5 a 6,8	9,9487		11,6784		50,3940		55,3302	
6,8 a 7,2	13,7834		126,4238		54,1705		27,4401	
11 a 11,6	10,9734		25,7121		9,1126		41,8685	
3,5 a 4,0	9,6634		82,7439		63,2362		100,8474	

Fonte: Desenvolvida pelos autores



Para o tingimento sem mordente, o pH neutro (6,8 a 7,2) apresentou maior K/S (13,7834). A amostra em pH ácido obteve o pior resultado; isso pode estar relacionado à natureza aniônica da fibra acrílica e sua afinidade com corantes catiônicos, ou o excesso de álcali e a consequente formação do sal de norbixina podem ter influenciado na fixação da cor.

Para o mordente de leite de soja, a faixa de pH neutro apresentou os melhores resultados em termos de K/S (126,4238), produzindo a coloração mais intensa observada. Na faixa de pH básico, a cor obtida foi a menos intensa entre todas as outras condições.

O sulfato ferroso produziu a menor intensidade de cor na amostra em pH básico (K/S de 9,1126). As tonalidades também foram as menos alaranjadas.

O uso de alúmen como mordente foi o que produziu amostras com tonalidades mais alaranjadas e vibrantes, diferentemente dos demais.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados para o teste de solidez à lavagem com detergente comercial.

Tabela 2 - Solidez da cor à lavagem para meadas de acrílico tingidas com extrato de urucum

Condição	pH	Transferência de cor
Sem Mordente	11 a 11,6	5
	6,8 a 7,2	4/5
	3,5 a 4,0	3/4
	6,5 a 6,8	4/5
Leite de Soja	11 a 11,6	4/5
	6,8 a 7,2	2/3
	3,5 a 4,0	2/3
	6,5 a 6,8	4/5
Sulfato Ferroso	11 a 11,6	5
	6,8 a 7,2	4/5
	3,5 a 4,0	5
	6,5 a 6,8	4/5
Alúmen de Potássio	11 a 11,6	3/4
	6,8 a 7,2	2/3
	3,5 a 4,0	2/3
	6,5 a 6,8	4/5

Fonte: Desenvolvida pelos autores

Os testes de solidez mostram que, para o tingimento sem mordente, a amostra com extrato na faixa de pH básico apresentou uma ótima solidez e a amostra em pH ácido, o pior resultado. Isto pode estar relacionado ao caráter da fibra de acrílico ser aniônico e ter afinidade com



corantes catiônicos, ou pelo excesso de álcali, e sua consequente formação de sal de norbixina, ter influenciado na fixação da cor.

Para o mordente de leite de soja, o teste revela que embora o tingimento tenha produzido uma coloração intensa, a solidez da amostra tingida em pH neutro não foi ideal. Para as amostras em pH básico e natural o valor seria aceitável comercialmente.

Embora pouco igualizado, o sulfato ferroso é um bom fixador de cor para este corante na fibra de acrílico. Para as faixas de pH básico e ácido a solidez foi excelente e em padrões aceitáveis para as faixas de pH neutro e sem ajuste.

Nota-se que o mordente de alúmen foi o que obteve os piores resultados de solidez, sugerindo que ele atrapalhou a fixação do corante na fibra. Com a diminuição do pH, a solidez também diminuiu, embora a amostra sem ajuste tenha sido a com menor grau de transferência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acrílico teve a coloração mais forte observada nas faixas de pH ácido e neutro para mordentes de alúmen e leite de soja, embora o tingimento não tenha sido uniforme e a solidez da cor não tenha sido tão alta. O alúmen demonstrou a menor solidez à lavagem, seguido pelo leite de soja. As melhores condições foram observadas no sulfato ferroso, apesar da baixa uniformidade, e no tingimento sem mordente, onde não havia manchas. A faixa de pH natural do extrato com mordente de leite de soja apresentou boa solidez de cor e intensidade moderada, tornando-o a condição mais adequada para uso. Isto sugere que os mordentes alteraram a estrutura da fibra acrílica, modificando assim a sua afinidade com o corante.

A presente pesquisa apresentou algumas limitações, incluindo a investigação dos mecanismos químicos associados ao desempenho do tingimento. Além disso, poderia ser sugerido replicar estas condições utilizando outros corantes naturais para verificar se resultados semelhantes podem ser alcançados para outras cores. Apesar dessas limitações, o trabalho demonstrou o quão simples, eficaz e viável é o uso de mordentes para coloração de substratos têxteis sintéticos utilizando urucum.



REFERÊNCIAS

Araújo, M. E. M. de. (2006). Natural dyestuffs from Antiquity to modern days. *Conservar Patrimônio*, 3–4, 39–51. https://doi.org/10.14568/cp3-4_4

de Oliveira, C. R. S., de Oliveira, P. V., Pellenz, L., de Aguiar, C. R. L., & Júnior, A. H. da S. (2023). Supercritical fluid technology as a sustainable alternative method for textile dyeing: An approach on waste, energy, and CO2 emission reduction. *Journal of Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2023.06.007>

Desai, J., Chauhan, J., Mankad, A., & Maitreya, B. (2023). EFFECT OF VARIOUS MORDANTS ON DYEING ABILITY OF SAFFLOWER DYE. *International Association of Biologicals and Computational Digest*, 2(1), 55–62. <https://doi.org/10.56588/iabcd.v2i1.126>

Dhahri, H., Guesmi, A., & Ben Hamadi, N. (2019). Application of phenolic compounds as natural dye extracted from date-pits: dyeing studies of modified acrylic fibres. *Natural Product Research*, 33(9), 1329–1333. <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1475378>

El-Shishtawy, R. M., Shokry, G. M., Ahmed, N. S. E., & Kamel, M. M. (2009). Dyeing of modified acrylic fibers with curcumin and madder natural dyes. *Fibers and Polymers*, 10(5), 617–624. <https://doi.org/10.1007/s12221-010-0617-4>

Garcia, C. E. R., Bolognesi, V. J., Dias, J. de F. G., Miguel, O. G., & Costa, C. K. (2012). Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. *Ciência Rural*, 42.

Giovanazzi, L. C., Missner, M. E. P., Francisco, I. B. M., Rodrigues, N. M. M., Da Silva Júnior, A. H., Pellenz, L., De Aguiar, C. R. L., & De Oliveira, C. R. S. (2024). Photocatalytic Degradation Using TiO2 P25: A Comparative Study for Different Textile Dyes. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(1), 125–144. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n1-011>

Gulrajani, M. L., Gupta, D., & Maulik, S. R. (1999). Studies on dyeing with natural dyes: Part II—Dyeing of berberine on acrylic fibre.

Mather, R. R., & Wardman, R. H. (2011). *The chemistry of textile fibres*. Royal Society of Chemistry.



Pimentel, F. A., & Stringheta, P. C. (1999). Produção de corantes de urucum em pó, por meio de precipitação ácida, a partir de extratos obtidos em diferentes soluções extratoras. . Revista Brasileira de Corantes Naturais, 3(1), 53–57.

Pin, C. F., Prestes, E. B. de C., Mesquita, V. R., Lima, D. R., Moraes, M. M., Almeida, A. R. F. de, Rosseto, V., & Rodrigues, L. M. (2021). Uso do Bagaço de Butiá no Tratamento de Efluentes para a Remoção de Corante / Use of Butiá Bagasse in the Treatment of Effluents for the Removal of Dye. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 4(1), 798–812. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n1-066>

Prabhavathi, R., Devi, A. S., Anitha, D., & Padma, A. (2018). Crocking Fastness Properties of Annatto (Bixa Orellana) Dye on Cotton Mordanted with Eco-Friendly Mordants and Post-Treated with Various Dye Fixing Agents. Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci, 7(6), 3009–3020. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.706.354>

Raddatz-Mota, D., Pérez-Flores, L. J., Carrari, F., Mendoza-Espinoza, J. A., de León-Sánchez, F. D., Pinzón-López, L. L., Godoy-Hernández, G., & Rivera-Cabrera, F. (2017). Achioté (Bixa orellana L.): a natural source of pigment and vitamin E.

Journal of Food Science and Technology, 54(6), 1729–1741. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2579-7>

Salem, V. (2020). Tingimento Têxtil: Fibras, Conceitos e Tecnologias. Editora Blucher. <https://books.google.com.br/books?id=NEriDwAAQBAJ>

Shahid, M., Shahid-ul-Islam, & Mohammad, F. (2013). Recent advancements in natural dye applications: a review. Journal of Cleaner Production, 53, 310–331. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.031>

Silva, P. I. (2007). Métodos de extração e caracterização de bixina e norbixina em sementes de urucum (Bixa orellana L.). Universidade Federal de Viçosa - UFV.

Vilar, D. de A., Vilar, M. S. de A., Moura, T. F. A. de L. e, Raffin, F. N., Oliveira, M. R. de, Franco, C. F. de O., de Athayde-Filho, P. F., Diniz, M. de F. F. M., & Barbosa-Filho, J. M. (2014). Traditional Uses, Chemical Constituents, and Biological Activities of Bixa orellana L.: A Review. The Scientific World Journal, 2014, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2014/857292>



Vithanage, T. V. Y. H., Madushika, H. W. N., & Hansadhi, M. A. H. S. (2022). Fiber Coloured by The Heritage: An occasional wear collection using ayurvedic naturally dyed textiles as a solution for skin conditions caused by chemically treated textiles. The Open University of Sri Lanka, 1–4.

Witono, J. R., Ramadhany, P., Santoso, H., & Putri, A. (2022). The potency of norbixin as an active compound of natural dye in textile industry. Materials Today: Proceedings, 63, S248–S254. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.437>