TINGIMENTO NATURAL EM TECIDOS DE ALGODÃO UTILIZANDO NANOPARTÍCULAS DE BERBERINA

Amanda Fernandez dos Santos (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Alexandre Jose Sousa Ferreira, Odinei Hess Gonçalves, Nívea Taís Vila (Co-orientadora), Márcia Gomes da Silva (Orientadora).
E-mail: mgsilva4@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Engenharia Têxtil - Têxteis

Palavras-chave: Berberina; Corante natural; Tingimento.

RESUMO

O presente estudo avaliou o tingimento de malha de algodão com berberina in natura, em meio etanólico, e na forma de nanopartículas (NP), em meio aquoso, sob diferentes valores de pH (3–8). O maior rendimento tintorial, avaliado pelos valores de K/S, foi obtido em pH 8 para ambas as formas de aplicação. Nessa condição, as NP apresentaram maior resistência à lavagem, com desempenho entre bom e excelente, enquanto a berberina in natura apresentou menor solidez. Os resultados indicam que o uso de NP de berberina possibilita o tingimento em meio aquoso e melhora a resistência à lavagem, apresentando potencial como alternativa mais ambientalmente favorável para o tingimento de algodão.

INTRODUÇÃO

O interesse pelo uso de corantes naturais em substituição aos sintéticos cresceu devido à pressão de consumidores sobre as empresas têxteis, motivada pela preocupação ambiental em relação aos processos industriais de produção, confecção e moda (Oliveira, 2018).

Os corantes naturais apresentam vantagens como baixa toxicidade, menor risco à saúde, baixo custo e simplicidade de preparo. Além disso, por serem obtidos de fontes renováveis, constituem uma alternativa sustentável e contribuem para a redução dos impactos ambientais (Moraes et al., 2025).

Entre os corantes naturais de interesse, destaca-se a berberina, que apresenta boa capacidade de retenção da cor no tecido mesmo sob diferentes condições de temperatura e pH. Entretanto, sua aplicação ainda é limitada por fatores como baixa solubilidade em meio aquoso e menor estabilidade frente a condições de processamento, características que podem comprometer sua eficiência e restringir sua utilização em escala industrial (Oliveira, 2025).

Nesse contexto, a nanotecnologia surge como uma estratégia promissora para superar essas limitações, possibilitando a modificação das propriedades físico-químicas dos materiais em escala nanométrica. Na indústria têxtil, essa tecnologia

tem sido empregada para conferir propriedades funcionais aos tecidos, como hidrofobicidade, oleofobicidade, resistência ao amarrotamento, atividade antibacteriana, efeito antiestático, retardância à chama, repelência a insetos, além de propriedades hidratantes, desodorizantes e de controle da umidade (Oliveira, 2025).

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo comparar o desempenho da berberina em sua forma convencional (in natura) e na forma de nanopartículas no tingimento de malhas de algodão, avaliando a influência de diferentes valores de pH sobre a intensidade da cor e a solidez à lavagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Para o tingimento, foram utilizados berberina in natura, nanopartículas de berberina, álcool etílico e tecido de malha de algodão 100% na forma pré-alvejada. Para a lavagem após o tingimento, o detergente não iônico Nionlab Celm foi utilizado.

Metodologia

Uma solução estoque de nanopartículas de berberina (1 gL^{-1}) foi preparada em água destilada, sob agitação a 50 °C. Para a solução de berberina in natura, 1 g do corante foi dissolvido em 100 mL de álcool etílico, sob agitação a 60 °C. A partir das soluções estoque obtidas, foram realizadas as diluições necessárias para atingir a concentração de corante de 2% s.p.m., utilizada no processo de tingimento.

O tingimento das amostras de algodão com berberina in natura e NP foi realizado em pH 3, 4, 5, 6, 7 e 8, a 50 °C por 60 min, com relação de banho 1:50, utilizando o equipamento Kimak AT1-SW. Após o tingimento, as amostras foram lavadas com solução de detergente não iônico (2 $g \cdot L^{-1}$), enxaguadas e secas à temperatura ambiente. Em seguida, foram analisadas em espectrofotômetro Delta Vista 450G para avaliação da influência do pH no rendimento tintorial e nos parâmetros de cor.

As amostras tingidas na condição de pH otimizada foram submetidas ao teste de solidez à lavagem, conforme a norma ISO 105-C06:2010 – Ciclo A1S, com avaliação pela escala cinza em cabine de luz sob iluminante D65.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o rendimento tintorial demonstraram comportamento semelhante entre as amostras tingidas com nanopartículas de berberina e aquelas tingidas com a solução de berberina in natura. Em ambas as formas de aplicação, o menor rendimento tintorial foi observado em pH 3, enquanto os demais valores de pH apresentaram resultados de K/S semelhantes entre si, sem diferenças significativas. O maior rendimento tintorial foi observado em pH 8.

O comportamento semelhante da berberina na forma de nanopartículas com a forma in natura sugere que o mecanismo de interação com a fibra não sofre alterações

significativas com a forma de apresentação do corante. Para uma análise comparativa mais detalhada do desempenho das duas formas de berberina, foram avaliados os parâmetros colorimétricos das amostras tingidas em pH 8, condição que apresentou o maior rendimento tintorial. Foram determinadas as coordenadas de cor do sistema CIELab e a intensidade de tingimento (I), cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Coordenadas CIELab e Intensidade de cor das amostras tingidas com nanopartículas de berberina e berberina in natura a pH 8,0.

Amostra	Solução	Coordenadas de cor			I	Cor
		L^*	a^*	b^*		
NP berberina	Aquosa	91,23	-6,82	27,78	35,08	
Berberina in natura	Etanólica	90,66	-6,13	30,26	41,48	

A amostra tingida com berberina na forma de nanopartículas apresentou coloração levemente mais clara, evidenciada pelo aumento da coordenada L*, além de menor tonalidade amarela (redução da coordenada b*) e maior tendência ao verde, indicada pela diminuição da coordenada a*, em comparação ao tingimento realizado com berberina in natura.

Em relação ao rendimento tintorial, a berberina in natura apresentou maior intensidade de cor (I), possivelmente devido à sua maior solubilidade em etanol, o que favorece a penetração do corante na fibra.

Por outro lado, a utilização da berberina na forma de nanopartículas, em meio aquoso, mostrou-se eficiente na promoção da solubilidade do corante e no consequente processo de tingimento. Além disso, sob a perspectiva ambiental, essa abordagem apresenta potencial vantagem, uma vez que emprega exclusivamente água como solvente, reduzindo o uso de solventes orgânicos.

Ensaios de solidez à lavagem

Os resultados dos testes de solidez à lavagem das amostras tingidas nas condições otimizadas de pH (pH 8,0) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados dos testes de solidez à lavagem

Amostra	Solidez à lavagem		
	Alteração	Manchamento do tecido testemunho	
		Algodão	Lã
NP berberina	5	4	5
Berberina in natura	2	3-4	4-5

Observa-se que a amostra tingida com nanopartículas de berberina apresentou desempenho superior em todos os parâmetros avaliados, alcançando nota 5 para

alteração de cor, 4 para manchamento em algodão e 5 para lã, sendo, portanto, classificada entre boa e excelente quanto à solidez à lavagem.
Por outro lado, a amostra tingida com berberina *in natura* apresentou menor resistência ao processo de lavagem, com nota 2 para alteração de cor, evidenciando significativa perda de intensidade colorística após o ensaio, além de valores inferiores de manchamento nos tecidos testemunha.
Estes resultados indicam que as NP proporcionaram uma ligação mais forte entre o corante e a fibra, apresentando maior afinidade. O melhor desempenho observado para as nanopartículas pode estar relacionado à sua reduzida dimensão e elevada área superficial específica, características que favorecem maior dispersão no meio aquoso e melhor difusão para o interior da fibra (Sanfelice et. al., 2022).

CONCLUSÕES

A aplicação da berberina na forma nanoparticulada não apenas viabiliza o uso de meio exclusivamente aquoso, tornando o processo ambientalmente mais favorável, como também contribui para a melhoria das propriedades de solidez do tingimento, evidenciando o potencial da nanotecnologia como estratégia para ampliar a aplicabilidade de corantes naturais em substratos celulósicos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Universidade Estadual de Maringá pela bolsa PIBIC-CNPq-UEM.

REFERÊNCIAS

MORAES, K. S et al. Curcumin Nanoparticles as a Pigment of Polyamide Textiles: Influence of Conditions in the Exhaust Dyeing and Evaluation of Wastewater Toxicity. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, [s. l.], v. 13, n. 43, p. 18603–18615, 2025.

OLIVEIRA, M. **Aplicação dos corantes naturais Urucum e casca de Cebola no Tingimento de tecidos planos – Ensaios De Solidez À Lavagem e à fricção**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Produção Têxtil) – Faculdade de Tecnologia de Americana, São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, A.; GONÇALVES, O.; AGUIAR, C. **Avaliação do efeito do tipo de encapsulante sobre as propriedades de nanopartículas de Berberina**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Têxtil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2025.

SANFELICE, R.; PAVINATTO, A.; CORRÊA, D. Nanotecnologia aplicada a polímeros. In: SANFELICE, R; PAVINATTO, A; CORRÊA, D. **Nanotecnologia aplicada a polímeros**. São Paulo: Blucher, 2022. p. 27-48.