

Avaliação da eficiência de fixação do pigmento de urucum em diferentes concentrações do extrato da casca de pinhão (*Araucaria angustifolia*)

Evaluation of the fixation efficiency of annatto pigment at different concentrations of pine shell extract (*Araucaria angustifolia*)

Carlos Vinicius de Almeida, Mestrando, Universidade Federal do Paraná.

carlos.almeida@ufpr.com

Marta Karina Leite, Doutora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

martaleite@utfpr.edu.br

Elisa Strobel do Nascimento, Doutora, Universidade Federal do Paraná.

elisastrobel@ufpr.br

Número da sessão temática da submissão – [5]

Resumo

Este artigo busca contribuir para a problemática da fixação de corantes naturais, propondo o uso de biomordentes como solução alternativa no processo de tingimento têxtil. Neste estudo, foi realizado um método de extração com o objetivo de obter a máxima concentração de compostos fenólicos presentes na casca de pinhão crua, previamente triturada e imersa em soluções hidroetanólicas a 70% e 92,8%. Os extratos obtidos foram utilizados como biomordentes no tingimento de amostras têxteis de algodão com o pigmento de urucum. As amostras tingidas foram posteriormente submetidas a testes de solidez à lavagem. Os resultados demonstraram que a presença do biomordente em alta concentração aumentou significativamente a fixação do pigmento em comparação à amostra controle sem fixador. O estudo evidenciou o potencial da casca de pinhão como agente fixador e como alternativa mais sustentável ao uso de sais metálicos, destacando a importância de integrar os resíduos regionais na cadeia produtiva têxtil.

Palavras-chave: Tingimento natural, Mordente têxtil, Taninos, Biomordente, Casca de pinhão, Sustentabilidade.

Abstract

This research addresses the challenge of natural dye fixation by proposing the use of biomordants as an alternative approach in textile dyeing. In this study, an extraction method was carried out with the aim of obtaining the highest concentration of phenolic compounds present in the raw pine shell, previously ground and immersed in hydroethanolic solutions at 70% and 92.8%. The extracts obtained were used as biomordants in the dyeing of cotton textile samples with annatto pigment as the dye. The dyed samples were subsequently subjected to washing fastness tests. The results demonstrated that the presence of the biomordant at high concentration significantly increased pigment fixation compared to the control sample without mordant. The study highlighted the potential of pine shell as a fixing agent and a more sustainable alternative to metallic salts, emphasizing the importance of integrating regional residues into the textile production chain.

Keywords: Natural dyeing, Textile mordant, Tannins, Biomordant, Pine shell, Sustainability.

1. Introdução

A busca crescente por alternativas, técnicas, tecnologias e meios de produção mais sustentáveis na indústria da moda tem se intensificado ao longo dos anos. Essa preocupação estende-se por toda a cadeia produtiva, desde a fiação e fabricação, até o produto acabado e sua distribuição. Algumas marcas vão além, considerando também a etapa de reciclagem, adotando assim, uma perspectiva circular que contempla todo o ciclo de vida de um produto (Kuhnen, 2024).

Atualmente, a etapa de beneficiamento têxtil, que engloba o tingimento, demanda grande quantidade de recursos hídricos, entre outros recursos não renováveis, além do uso de diversos materiais químicos que, muitas vezes, são liberados em corpos d'água sem tratamento adequado, sendo uma das etapas mais poluidoras do processo produtivo (Guarnier, 2017; Kaminata, 2008).

Nesse contexto, a busca por processos e matérias-primas naturais ganham destaque, impulsionadas pela necessidade de reduzir o impacto ambiental causado pelo uso de corantes sintéticos e agentes químicos tóxicos. Todavia, um dos principais desafios do tingimento natural está relacionado à fixação e à uniformidade das cores obtidas. Os biomordentes se apresentam como uma alternativa frente ao uso de sais metálicos tradicionais, materiais que são geralmente empregados na fixação de pigmentos naturais (Carvalho, 2022; Hosen *et al.*, 2021; Pizzicato *et al.* 2023).

A casca de pinhão (*Araucaria angustifolia*) apresenta elevado teor de compostos fenólicos (taninos e flavonóides), o que a torna uma matéria-prima promissora para aplicação como biomordente em processos de tingimento (Rezende, 2016).

O urucum (*Bixa orellana* L.), de origem amazônica, foi selecionado por ser uma fonte abundante em todo território nacional, amplamente utilizada no tingimento natural devido à sua alta capacidade de pigmentação, sendo muito utilizada pela indústria têxtil por proporcionar tonalidades avermelhadas e alaranjadas intensas, além disso, possui boa afinidade com fibras naturais como o algodão (Diniz; Franciscatti; Silva, 2011). Por isso, a escolha adequada dos materiais, condições de tingimento e de agentes fixadores torna-se essencial para melhorar a durabilidade da cor.

Este estudo, desenvolvido no contexto de uma pesquisa de mestrado, dá continuidade a uma investigação previamente conduzida pelos autores, na qual foi avaliado o potencial da casca de pinhão como biomordente (agente fixador), no tingimento de amostras têxteis utilizando pigmento de urucum. No experimento preliminar, observou-se que compostos fenólicos presentes na casca contribuíram para a fixação do corante, especialmente quando associados à adição de sais. Entretanto, o descarte irregular mesmo em baixa concentração desses sais apresentam potencial de impacto ambiental, conforme estabelece os limites na Resolução Conama 430 (Conama, 2011).

Os resultados anteriores também indicaram a necessidade de aprofundar a análise das proporções e concentrações dos substratos biomordentes empregados. Diante disso, este estudo tem como objetivo avaliar a eficiência de fixação do pigmento de urucum em amostras de algodão utilizando diferentes concentrações do extrato da casca de pinhão, pelo método de extração proposto por Albuquerque *et al.* (2017).

2. Oportunidades e limitações do tingimento natural

Apesar de ser uma alternativa ambientalmente mais interessante em comparação ao uso de corantes sintéticos, o tingimento natural enfrenta desafios relacionados à sua reprodução e utilização em maior escala. Uma das principais limitações é a baixa aderência dos pigmentos naturais durante o uso cotidiano, como lavagens e exposição à luz, o que resulta no desbotamento ao longo do tempo. Outra limitação está na dificuldade de reproduzir tonalidades de forma consistente. Essa instabilidade ocorre porque muitos pigmentos naturais possuem menor afinidade química com as fibras têxteis, exigindo o uso de mordentes para melhorar a fixação e a durabilidade (Carvalho, 2022; Fletcher, 2008; Hosen *et al.*, 2021; Pizzicato *et al.*, 2023).

Os corantes naturais apresentam menor toxicidade, uma vez que são derivados majoritariamente de plantas e não contêm metais pesados ou compostos carcinogênicos, comumente presentes em corantes industriais e fixadores químicos, utilizados principalmente nas fases de tingimento e estamparia, evidenciados em pesquisas (Bezerra, 2017; Carvalho 2016; Guarnier, 2017).

Outro aspecto relevante é a possibilidade de valorização de resíduos agroindustriais e subprodutos vegetais, como cascas, folhas e sementes descartadas, que podem ser reaproveitados como fontes de pigmentos ou biomordentes, conforme o estudo de Assunção (2021). Essa abordagem contribui para a redução de resíduos sólidos ao mesmo tempo que agrega valor a um produto de moda, fortalecendo os princípios da economia circular e do design regenerativo.

Outra oportunidade está no fortalecimento econômico de cadeias produtivas locais baseadas em recursos vegetais regionais, como é o caso da valorização e utilização do pinhão, o que contribui para sua preservação.

Por fim, esses aspectos dialogam diretamente com o objetivo geral da pesquisa de mestrado em andamento, que consiste em propor um modelo de processo de tingimento natural com biomordente aplicado à técnica de *Shibori*, em pequena escala e no contexto da fabricação pessoal.

2.1. Mordentes e biomordentes

Os mordentes são substâncias utilizadas no tingimento natural para promover a fixação dos pigmentos às fibras têxteis, com o objetivo de aumentar a estabilidade e durabilidade da cor após uso (Santos, 2018). Tradicionalmente, os mordentes mais empregados são sais metálicos como alumínio, sulfato de ferro ou sulfato de cobre que atuam formando um elo de ligação entre as moléculas do corante e as fibras (Carvalho, 2022; Neves *et al.*, 2021).

Contudo, apesar da eficácia, muitos desses sais apresentam potencial tóxico e impactos ambientais relevantes, especialmente quando utilizados em larga escala ou descartados sem tratamento adequado (Carvalho, 2022; Hosen *et al.*, 2021; Pizzicato *et al.*, 2023).

Diante desse cenário, cresce o interesse por materiais alternativos, como os biomordentes, definidos como substâncias de origem natural capazes de desempenhar a mesma função dos mordentes metálicos, porém com menor impacto ambiental (Kuhnen, 2024).

Biomordentes são materiais ricos em taninos presentes em cascas de árvores, sementes, folhas e frutos. A casca do pinhão, por exemplo, possui elevada concentração de polifenóis e taninos, o que a caracteriza como um material promissor para aplicações científicas e produtivas

(Conforti; Lupano, 2007). Esses compostos apresentam grupos fenólicos capazes de interagir com as fibras têxteis e facilitar a adesão do pigmento, aumentando a fixação e a estabilidade da cor (Assunção, 2021; Carvalho, 2022; Kuhnen, 2024).

Pesquisas recentes destacam o potencial desses materiais na substituição de sais metálicos, especialmente em processos de tingimento e estamparia artesanais (Carvalho, 2016; Kuhnen, 2024). No contexto de fabricação pessoal, a casca do pinhão se destaca como uma alternativa mais sustentável.

Os biomordentes possuem maior compatibilidade com fibras naturais e celulósicas, como algodão, linho e seda, devido à interação entre grupos hidroxila presentes tanto nos taninos quanto nas estruturas das fibras. Essa afinidade química resulta em maior uniformidade na fixação e pode reduzir etapas intermediárias do processo de tingimento, diminuindo o consumo de água e energia, além de não apresentarem efeitos nocivos ao meio ambiente (Cruz *et al.*, 2021; Carvalho, 2022).

3. Procedimentos Metodológicos

Para alcançar o objetivo deste estudo de: **Avaliar a eficiência de fixação do pigmento de urucum em amostras de algodão utilizando diferentes concentrações do extrato da casca de pinhão**, foi desenvolvida em duas fases principais: uma revisão bibliográfica narrativa sobre o tingimento natural e o uso de taninos vegetais como agentes mordentes; e um experimento prático, de caráter exploratório, dividido em duas etapas.

Na primeira etapa, o experimento prático deu continuidade a um estudo anterior conduzido pelos autores. Nesse estudo, utilizou-se o protocolo de Ferreira (2005) para a extração por fervura do pigmento de urucum e da casca de pinhão cozida, obtendo-se uma espécie de “chá” dos materiais. Entretanto, esse método apresentou menor eficiência na extração do biomordente, possivelmente devido à migração dos compostos fenólicos para a água de cozimento ou para a semente, ou ainda pela degradação da molécula de flavonoide, conforme relatado por Albuquerque *et al.* (2017). Conforme figura 1 abaixo.

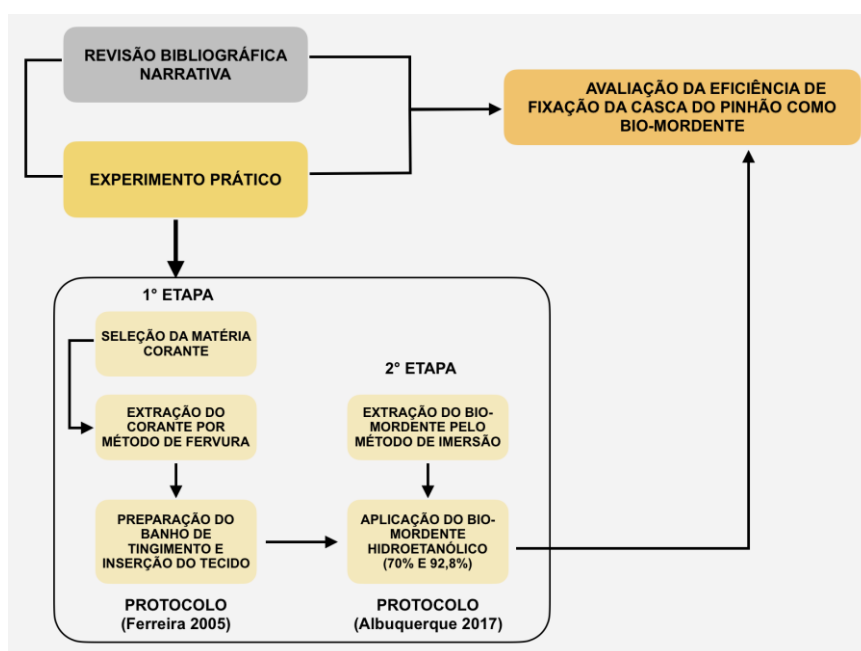


Figura 1: Metodologia. Fonte: Autores.

Na segunda etapa, após a extração do pigmento de urucum por fervura, adotou-se como referência o procedimento descrito por Albuquerque *et al.* (2017). Nesse estudo, os autores buscaram identificar as condições mais adequadas para a extração de compostos fenólicos, (taninos e flavonoides) presentes na casca de pinhão crua e cozida, testando diferentes solventes e métodos analíticos para determinar a máxima concentração desses compostos.

Com base nesse estudo, o presente trabalho reproduziu parcialmente o procedimento de extração, priorizando a obtenção da máxima concentração de compostos fenólicos a partir da casca crua, condição que apresentou os melhores resultados segundo Albuquerque *et al.* (2017). Desse modo, a casca do pinhão **foi previamente seca, triturada e submetida ao processo de extração**, adotando o solvente hidroetanólico em concentrações 70% e 92,8%, considerando sua maior eficiência e viabilidade apontadas pelos autores. Representados na figura 2 abaixo.

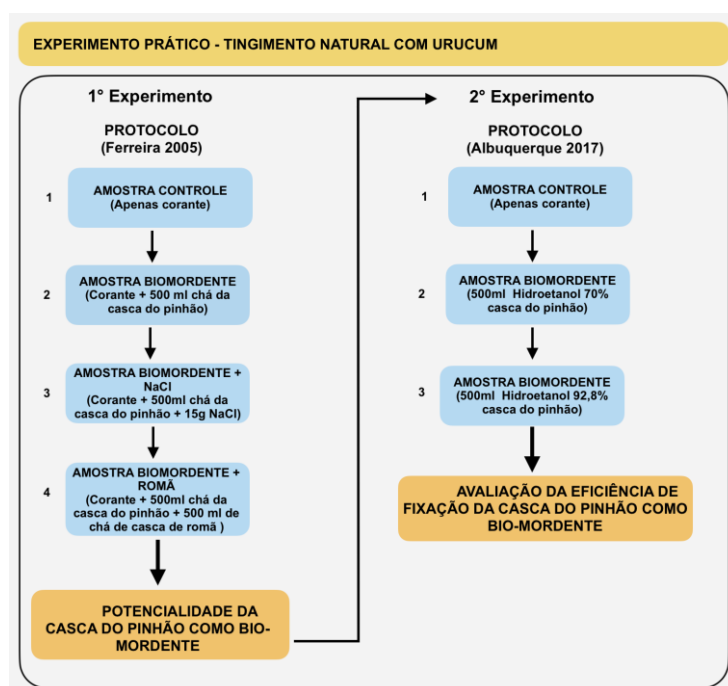


Figura 2: Experimentos. Fonte: Autores.

Todos os procedimentos foram conduzidos com cuidado, mantendo a padronização de medidas e proporções, para garantir a consistência e o rigor científico dos dados relatados.

A seguir, uma descrição detalhada dos materiais utilizados e o método de extração.

3.1 Materiais e Métodos de extração

A extração do pigmento de urucum foi realizada com base no protocolo de Ferreira (2005), as sementes foram trituradas com adição de água em temperatura ambiente, posteriormente fervida por 5 minutos, coada ainda quente para a obtenção do banho corante. Esse procedimento resultou na preparação do banho de tingimento. Conforme ilustrado na figura 3.



Figura 3: Extração do pigmento de urucum. Fonte: Autores.

Para a extração do biomordente, o pinhão cru foi descascado e seco em forno a 110 °C, em duas rodadas de 30 minutos, até atingir secagem completa. Em seguida, as cascas foram trituradas, obtendo-se um pó com pequenas partículas. Conforme figura 4 abaixo.



Figura 4: Extração da casca do pinhão. Fonte: Autores.

Após esse processo, o material foi dividido em porções de 150 g, cada uma colocada em frascos contendo 800 ml de hidroetanol (70% e 92,8%), mantidos em imersão por 1 semana, seguindo procedimento similar ao descrito por Albuquerque *et al.* (2017).

Para cada experimento foram utilizadas duas amostras de tecido de sarja PT 100% algodão, próprias para tingimento, com dimensões de 20 × 20 cm. A próxima etapa consistiu no tingimento e mordentagem dessas amostras.

3.2 Tingimento e mordentagem

As oito amostras (duas para cada tingimento) foram previamente hidratadas em água, em seguida, submersas em banhos separados contendo o pigmento de urucum e a mistura de extração do biomordente hidroetanólico. A primeira amostra foi tingida apenas com o corante, servindo como referência de controle. O tingimento foi realizado seguindo as proporções de materiais e o tempo descritos a seguir.

Amostra 1: 100 gramas de semente de urucum triturado em 3 litros de água, fervura a 100 °C por 30 minutos + 30 minutos de repouso.

Amostra 2: 100 gramas de semente de urucum triturado em 2.5 litros de água + 500 ml de **extrato da casca do pinhão hidroetanólico 70%**, fervura a 100 °C por 30 minutos + 30 minutos de repouso.

Amostra 3: 100 gramas de semente de urucum triturado em 2.5 litros de água + 500 ml de **extrato da casca do pinhão hidroetanólico 92,8%**, fervura a 100 °C por 30 minutos + 30 minutos de repouso.

Amostra 4: 100 gramas de semente de urucum triturado em 2.5 litros de água + 500 ml de casca de chá de pinhão + 15 gramas de sal (NaCl), fervura a 100 °C por 30 minutos + 30 minutos de repouso.

Para ampliar a análise visual e comparativa, incluímos também a amostra referente ao primeiro estudo, na qual o biomordente do chá da casca de pinhão foi combinado à adição de sal.

No processo de fervura, o álcool presente na solução hidroetanólica foi evaporado no momento de contato com o banho, restando apenas o extrato.

4. Análises dos Resultados

Para avaliar a eficiência dos extratos hidroetanólicos, as amostras foram lavadas manualmente com sabão neutro e enxaguadas em água corrente, permitindo comparar visualmente a quantidade de pigmento perdido em relação à amostra que recebeu apenas um enxague.

Os resultados foram observados e registrados, comparando cada amostra com seu respectivo banho. À esquerda, apresenta-se a amostra após o enxágue; à direita, a mesma amostra após a lavagem, conforme figura 5.

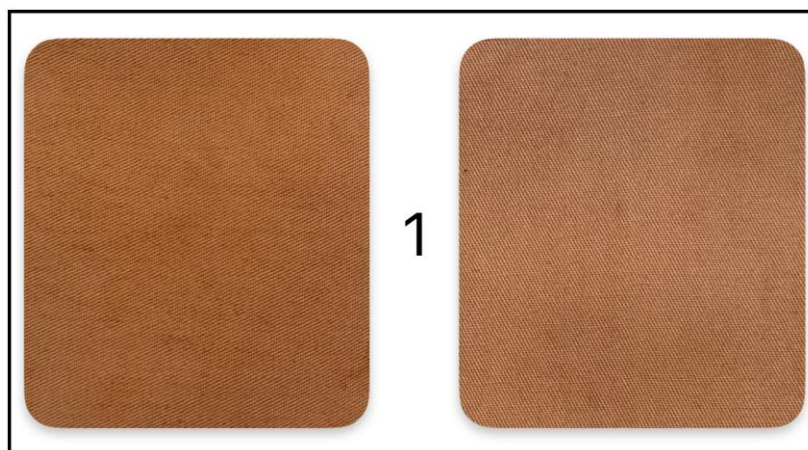


Figura 5: Amostra 1 controle somente o pigmento. Fonte: Autores.

A primeira amostra, sem a adição de biomordente, sofreu uma perda significativa de pigmento, evidenciando o baixo poder de fixação do urucum quando aplicado isoladamente.

A seguir, a figura 6 apresenta a segunda amostra, que foi tingida com o banho corante e o extrato do biomordente.

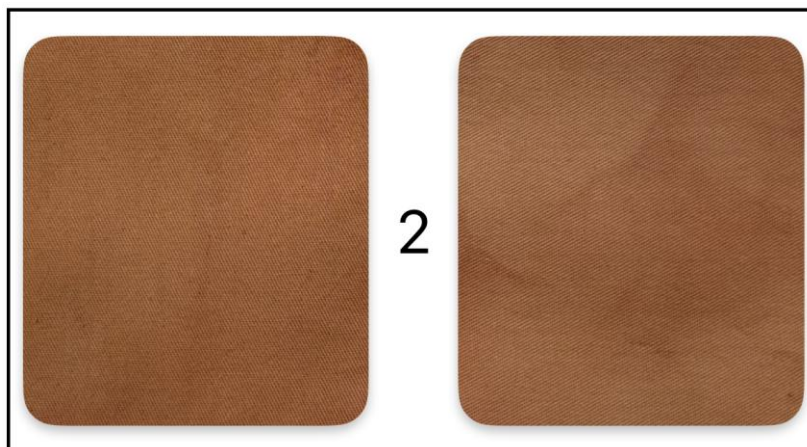


Figura 6: Amostra 2 extrato da casca do pinhão hidroetanólico 70%. Fonte: Autores.

A segunda amostra, com 500 ml de extrato hidroetanólico 70% da casca de pinhão, manteve a cor de forma mais consistente, apresentando apenas uma leve perda de pigmento, demonstrando visualmente maior retenção em comparação à amostra controle.

A terceira amostra tingida, utilizou uma concentração 92,8% de biomordente. Conforme figura 7.

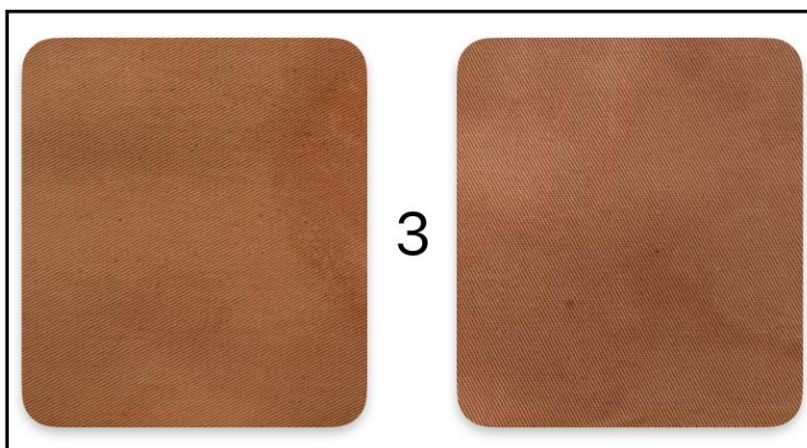


Figura 7: Amostra 3 extrato da casca do pinhão hidroetanólico 92,8%. Fonte: Autores.

A terceira amostra apresentou uma saturação de cor mais intensa, indicando que a maior concentração do biomordente pode ter contribuído para uma pigmentação mais consistente.

A quarta amostra utilizando o chá da casca do pinhão com adição de 15 grama de cloreto de sódio. Conforme figura 8.

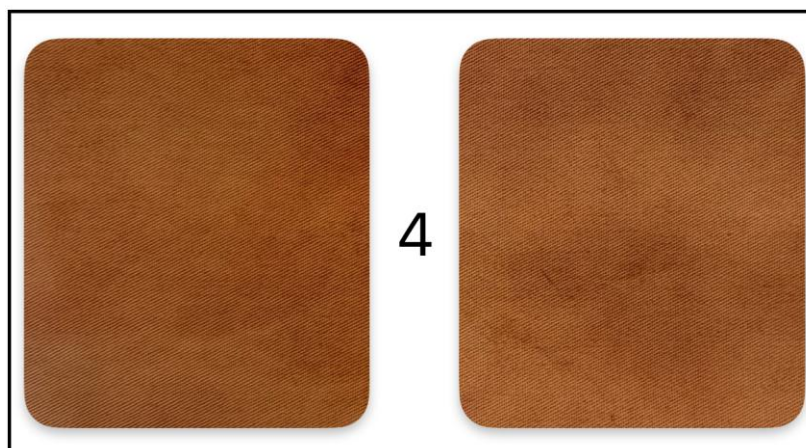


Figura 8: Amostra 4 500ml chá de casca do pinhão e 15g de sal. Fonte: Autores.

A quarta amostra apresentou a maior saturação e aderência do pigmento, confirmando que a presença do sal (NaCl), potencializou o processo de tingimento e contribuiu para uma fixação mais intensa da cor entre as amostras.

Abaixo o resultado das quatro amostras após lavagem. Conforme figura 9.



Figura 9: Comparação das amostras. Fonte: Autores.

A comparação visual entre as quatro amostras evidencia que a presença do biomordente melhorou significativamente a retenção do pigmento após lavagem. A amostra com 92,8% de extrato apresentou desempenho ligeiramente superior à de 70%, indicando que a maior concentração do biomordente contribui para uma retenção mais consistente do corante.

A amostra com adição de sal (NaCl) apresentou maior saturação de cor e melhor aderência do pigmento em relação às demais, corroborando o efeito potencializador do sal sobre a intensidade e durabilidade da cor. Por outro lado, o extrato a 92,8% também apresentou resultados satisfatórios.

Esses resultados sugerem a eficácia do biomordente na fixação do urucum, corroborando estudos que apontam os taninos presentes em extratos vegetais são capazes proporcionar a fixação (Assunção, 2021; Carvalho, 2022; Kuhnen, 2024).

As manchas observadas podem ter se formado devido ao contato direto com a panela durante o cozimento ou no tempo de repouso, concentrando o corante em determinados pontos, fenômeno já mencionado em literatura sobre tingimento natural.

5. Conclusão e Considerações Finais

Os resultados presentes neste artigo evidenciaram que, a utilização do biomordente proveniente da casca de pinhão cru aumentou a retenção do pigmento de urucum nas amostras de algodão. Dessa forma, a primeira amostra controle apresentou perda de pigmento devido à ausência desse fixador.

As amostras tratadas com extratos hidroetanólicos demonstraram retenção de cor razoavelmente superior, com a concentração de 92,8% apresentando uma ligeira vantagem sobre a o extrato com 70% de concentração sugerindo que o ajuste da concentração pode influenciar na eficiência do processo de tingimento. Mesmo assim, ambos os tratamentos foram mais eficazes que a amostra controle.

Em comparação com o primeiro artigo, que abordava a casca do pinhão como biomordente combinada com a casca de romã e a combinação com a adição de sais, ofereceram uma base para esse estudo, no qual a intensificação da cor e a resistência à lavagem foram observadas, evidenciando de forma complementar o potencial da casca do pinhão.

O presente estudo confirmou o potencial da casca do pinhão como biomordente, especialmente quando submetida a métodos de extração que favorecem a maior concentração de compostos fenólicos (taninos e flavonoides) presentes nesse biomaterial, podendo assim, ser considerado como alternativa sustentável frente ao uso de sais metálicos, corroborando com os estudos dos autores citados.

Além disso, esse estudo destacou a importância de explorar os resíduos vegetais regionais como fonte de recursos para a indústria têxtil, pensando na circularidade da cadeia produtiva.

Este estudo faz parte de uma pesquisa mais ampla de dissertação de mestrado em andamento voltado à fabricação pessoal e conduzido de forma experimental. O estudo empírico desse tema aponta para a necessidade de estudos futuros mais detalhados, com análises padronizadas, ferramentas e condições controladas, para confirmar os efeitos observados.

Por fim, é necessário avaliar a repetibilidade do método proposto e aprofundar a compreensão sobre as interações entre compostos fenólicos, fibras vegetais e corantes naturais.

1

¹ Os autores utilizaram ferramentas de IA (ChatGPT) apenas para revisão ortográfica. Todas as decisões analíticas, metodológicas e conceituais foram desenvolvidas pelos autores.

Referências

- ASSUNÇÃO, Letícia Formoso et al. Estamparia têxtil aplicada ao design de moda sustentável: caracterização do processo de gravação a laser em tecido de linho. **Projetica**, v. 12, n. 2, p. 262-291, 2021.
- ALBUQUERQUE, Eduarda Ramos; GOSSLER, Sheili Chaves; PIOVEZAN, Marcel; CONTO, Leilane Costa de. **Extração e determinação de flavonoides, taninos condensados e totais da casca do pinhão (*Araucaria angustifolia*)**. *Revista do Instituto Federal de Santa Catarina*, Lages, 2017.
- BEZERRA, Raquel do Nascimento. Estamparia Digital em Algodão 100%: Estudo sobre o efeito dos produtos químicos utilizados no processo de preparação de tecidos em estampas com corantes reativos. 2017. 101p. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.
- CARVALHO, Nathalia Alborghetti. **Design de superfície: estudo comparativo de processos de estamparia têxtil sob enfoque ambiental**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- CARVALHO, Helena Sofia da Silva. **Eco-Pinting e Eco-Dyeing: um contributo para o design de moda sustentável**. 2022. 103 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2022.
- CONFORTI, P. A., Lupano, C. (2007). “Starch Characterisation of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* Seeds.” *Journal Biosynthesis Nutrition Biomedical*. 59 (6): 284–289.
- CRUZ, E. P. da; FONSECA, L. M.; SILVA, F. T.; RADÜNZ, M.; GANDRA, E. A.; ZAVAREZE, E. R.; BORGES, C. D. Extrato da casca de pinhão (*Araucaria angustifolia*) incorporado em fibras de amido de batata: propriedades e estabilidade térmica. Em: **11º Simpósio de Alimentos 2021**, Pelotas, RS, 2021.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições, parâmetros, padrões e diretrizes para a gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&view=processo&id=1835 . Acesso em 30 set, 2025.
- DINIZ, Juliana Furian; FRANCISCATTI, Patricia; SILVA, Tais Larissa. Tingimento de tecidos de algodão com corantes naturais açafrão (curcúma) e urucum. *Iniciação Científica CESUMAR*, Maringá, v. 13, n. 1, p. 53-62, jan./jun. 2011. ISSN 1518-1243.
- FERREIRA, Eber Lopes. **Tingimento vegetal: teoria e prática sobre tingimento com corantes vegetais**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- FLETCHER, Kate. **Sustainable fashion and textiles design journeys**. UK: Ed. Earthscan, 2008.
- GUARNIER, L. P. Bioprospecção de bactérias em efluentes de indústrias de papel e celulose com potencial de descoloração de azo corantes. 2017. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia) – Universidade da Grande Dourados, Dourados, 2017. Disponível em: <https://dspace.ufgd.edu.br/jspui/handle/123456789/639> . Acesso em: 18 de set, 2025.
- HOSEN, Md. Dulal; RABBI, Md. Fazla; RAIHAN, Md. Abu; MAMUN, Md. Abdullah Al. **Effect of turmeric dye and biomordants on knitted cotton fabric coloration: A promising**

alternative to metallic mordanting. *Cleaner Engineering and Technology*, v. 3, 2021. Art. 100124. ISSN 2666-7908. DOI: 10.1016/j.clet.2021.100124. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790821000847>. Acesso em: 28, set, 2025.

KAMINATA, Oswaldo Teruo. **Aproveitamento do lodo gerado no tratamento de efluente da indústria de lavanderia têxtil na produção de bloco de cerâmica vermelha.** Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Maringá: PR, 2008.

KUHNEN, Gabriela. *Diretrizes para a construção de marca ecológica com uso de tingimento natural e impressão botânica.* 2024. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/261341>. Acesso em: 29, ago, 2025.

NEVES, Cristiane Rodrigues; GOMES, Ana Velloso Sarmiento; REZENDE, Edson José Carpintero. **O retorno aos corantes naturais como forma de preservar o meio ambiente e sua importância histórica e cultural.** *D.A.T Journal*, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 279–293, 2021. Disponível em: <https://datjournal.anhembib.br/dat/article/download/341/260/997> . Acessado em: 29 ago, 2025.

PIZZICATO, B.; PACIFICO, S.; CAYUELA, D.; MIJAS, G.; RIBA-MOLINER, M. Advancements in sustainable natural dyes for textile applications: a review. *Molecules*, v. 28, n. 5954, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28165954>.

REZENDE, Stephany Cunha de. *Valorização da casca do pinhão, um subproduto da semente de Araucaria angustifolia, para produção de materiais poliméricos.* 2016. 110 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) – Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2016.