

TINGIMENTO NATURAL EM ARTIGOS TÊXTEIS: UMA MEDIDA SUSTENTÁVEL.

NATURAL DYEING IN TEXTILE ARTICLES: A SUSTAINABLE MEASURE

Ivo Marcelo Andrietti Filho¹

Msc. Raquel Bonati Moraes Ibsch²

RESUMO

Considerando a importância dos produtos coloridos e seu impacto no meio ambiente na sociedade atual, o processo de purificação ecológica representa um avanço significativo no preparo têxtil, pois apresenta as vantagens técnicas de redução de substâncias sintéticas no processo na indústria têxtil. Considerando que o processo de tingimento têxtil é reconhecido como um dos processos industriais mais nocivos ao ambiente, é de extrema importância encontrar métodos alternativos e amigos do ambiente. Através desta pesquisa, foi possível concluir que diversos corantes naturais podem ser utilizados no processo do tingimento das fibras têxteis.

Palavras-chave: Tingimento. Natural. Corantes. Têxtil.

ABSTRACT

Considering the importance of colored products and their impact on the environment in today's society, the ecological purification process represents a significant advance in textile preparation, as it presents the technical advantages of reducing synthetic substances in the process in the textile industry. Considering that textile dyeing process is recognized as one of the most harmful industrial processes to the environment, it is extremely important to find alternative and environmentally friendly methods. Through this research, it was possible to conclude that several natural dyes can be used in the process of dyeing textile fibers.

Keywords: Dyeing. Natural. Dyes. Textile.

Acadêmico do curso de Engenharia Química da UNIFE. E-mail: ivomandrietti@unifebe.edu.br

Professora orientadora. Mestre em Engenharia Química. E-mail: raquel.moraes@unifebe.edu.br

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

1. INTRODUÇÃO

A customização de tecidos não é uma prática recente. Há pelo menos 4.000 anos a humanidade já realiza esse tipo de atividade. Em lugares como o Peru pré-colombiano, a China e a Índia, a prática de misturar corantes ao algodão foi bastante comum por longos períodos de tempo. Por milênios, o tingimento de tecidos era uma prática artesanal. Os tecidos eram tratados e tingidos em pequenas oficinas caseiras. No entanto, com o avanço da indústria química e com a Revolução industrial, ocorrida a partir da segunda metade do século XVIII, os processos artesanais foram, aos poucos, se tornando parte da produção em larga escala (MARTINE, 1993; SACHS, 1994; HOBBSAWN, 1996).

Embora não seja possível afirmar com precisão quando as primeiras fibras têxteis passaram a receber o tingimento natural, achados arqueológicos indicam que o tingimento natural tem sido aplicado há, pelo menos 6.000 anos. Entre 4.000 e 3.000 a.C. o tingimento natural já estava estabelecido na China, Índia e América do Sul. Um achado arqueológico do Egito Antigo revelou material tingido de índigo datado de 2.500 anos a.C., além disso um cinto, foi encontrado em Tebas na tumba de Tutancâmon, que morreu em 1.352 a.C. cujo foi tingido com raiz de madder, que é uma espécie de herbácea da família das rubiáceas, originária da região do Mediterrâneo (TOMAZELI, 2020).

O uso de corantes naturais começou há milhares de anos, havendo evidências entre os artigos egípcios, China e Índia. No Brasil, os corantes naturais têm importante relação com sua história, a começar pelo nome do país, proveniente da madeira de Pau-brasil, importante fonte de corante vermelho no século XVI. (CHASSOT, 1994).

O uso da técnica de tingir é, portanto, milenar, sendo empregados, originalmente, corantes obtidos da própria natureza para tal fim. Com o crescimento da população e, conseqüentemente, do consumo, e mais tarde, com os avanços tecnológicos, foi necessário sintetizar os corantes a partir de matérias primas sintéticas, possibilitando assim aumentar em grande escala sua produção. Isto ocasionou a substituição dos corantes naturais pelos sintéticos, principais responsáveis pela poluição gerada nas indústrias têxteis atualmente e que apresentam extrema dificuldade de remoção no tratamento dos efluentes. Tais efluentes podem causar, se não forem tomados os cuidados necessários,

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

impactos ambientais negativos e sérios fatores de risco à saúde humana (TRINDADE *et al.*, 2014; RAINERT *et al.*, 2017).

Segundo Konar e Samanta (2011) o tingimento com corantes naturais apresenta cores de tons bege e confortáveis, dificilmente conseguidos com corantes sintéticos, além dos pigmentos poderem ser extraídos de matérias primas que estão facilmente ao nosso redor, permitindo-nos uma gama de experiências com as cores. No entanto, existe uma grande dificuldade em se reproduzir as cores uma vez obtidas naturalmente, pois a quantidade de pigmento difere, em uma mesma planta, de uma parte para outra, de uma estação reprodutiva para outra e de um indivíduo para outro. Além disso, as tonalidades de cores são facilmente influenciáveis até mesmo pelo tipo de material utilizado para o processo, como as panelas ou mordentes (fixadores) utilizados.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT), a indústria têxtil brasileira ocupa a quinta posição mundial em produção. No Brasil, é o segundo setor maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas juntos (ABIT, 2019).

Além disso, o aumento da procura de produtos têxteis e o aumento proporcional da sua produção, bem como a utilização de corantes sintéticos, contribuíram em conjunto para que as águas residuais de tingimento se tornassem uma das fontes substanciais de graves problemas de poluição nos tempos atuais. (OGUGBUE; SAWIDIS, 2011).

Atualmente, a indústria têxtil é responsável pela geração de muitos efluentes com elevados níveis de coloração, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos suspensos e baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Dentre outras espécies químicas presentes no meio, especial atenção tem sido dada aos corantes reativos, principalmente em função da sua elevada toxicidade e resistência ao ataque microbiano (KAMINATA, 2008).

Deste modo, a utilização de corantes naturais na indústria têxtil tem por objetivo minimizar os impactos ao meio ambiente e à saúde humana. O uso de corantes naturais já pode ser considerada uma opção factível à indústria têxtil, sendo possível obter diversos produtos tingidos com tais corantes.

Visto que atualmente os métodos de tingimento industrial possuem alto

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

nível de poluição ambiental, este trabalho tem como objetivo fazer um levantamento bibliográfico a respeito de matérias-primas viáveis para a extração de corantes naturais, com possibilidade de uso na indústria têxtil, através de técnicas de tingimento natural. O presente estudo visou avaliar a viabilidade técnica do uso de pigmentos vegetais no tingimento de tecidos como alternativa à utilização de corantes sintéticos por meio do uso de insumos e técnicas com menor potencial poluidor, quando comparados aos métodos tradicionais de tingimento.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa do presente estudo é classificada como exploratória e documental, de natureza qualitativa, utilizando como técnica de coleta de dados a pesquisa bibliográfica em teses, dissertações, artigos e revistas científicas, para apresentação da revisão de literatura e a busca por matérias-primas e métodos de extração para tingimento natural.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CORANTES

Os corantes podem ser definidos como substâncias que, quando aplicadas a um substrato, fornecem cor por meio do processo de alteração (pelo menos temporariamente) de qualquer estrutura cristalina de uma substância colorida. Este material com considerável capacidade de coloração é amplamente utilizado em vários segmentos de indústria, incluindo a têxtil (OGUGBUE; SAWIDIS, 2011).

Estima-se que cerca de 10.000 tipos de corantes são produzidos em escala industrial, sendo cerca de 30% destes disponíveis para a indústria têxtil (GUARATINI e ZANONI, 2000).

Segundo Almeida *et al.* (2016) devido a sua estrutura química, os corantes

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

se tornam moléculas de difícil degradação, permanecendo no meio ambiente por um longo período de tempo. Outro problema da utilização de corantes sintéticos, também relacionado a sua estrutura química, é que muitas vezes eles são compostos inibidores de microrganismos, fazendo com que sua chance de degradação natural no meio ambiente seja ainda menor.

Beltrame (2000) destaca os corantes mais agressivos em termos de poluição, são eles: corantes à cuba, os quais têm ótimas propriedades de fixação no algodão, mas podem causar sérios problemas ecológicos; corantes de enxofre, que produzem resíduos altamente tóxicos; corantes pré-metalizados, cujos mais comuns usam complexos estáveis de cromo, que também geram uma desvantagem ecológica no tratamento dos resíduos.

Em se tratando da conservação ambiental, o setor industrial precisa alterar sua forma de produção buscando alternativas menos impactantes ao ambiente. Em relação a crise ambiental, um dos setores que precisa ser observado mais de perto é a moda (NARIMATSU et al., 2020).

Segundo Almeida, Dilarri e Corso (2016), os corantes naturais podem ser considerados sustentáveis, renováveis e biodegradáveis, isso porque muitas plantas utilizadas são facilmente encontradas, possuem rápido crescimento e seu cultivo é simples, além de gerarem boas oportunidades econômicas para agricultores e para as indústrias com a proposta eco amigável.

Os corantes naturais, por sua vez, são extraídos de fontes como plantas, minerais e animais, são em sua grande maioria facilmente biodegradáveis. No entanto, são mais instáveis e por isso chamados “não-substantivos” necessitando do auxílio de fixadores (mordentes) que induzam a fixação da cor ao tecido, podendo para isso serem utilizados sais metálicos que tenham afinidade as duas partes e que, por meio de ionização, formarão ligações que irão facilitar a ligação entre pigmento e fibra. Além disso, segundo Rodrigues (2014), associar tanino a sais metálicos proporciona melhor resultado na fixação da cor ao tecido.

Os pigmentos envolvidos na fotossíntese são as clorofilas “a” e “b”. As clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes nas plantas, comuns em todas as células fotossintéticas (STREIT et al., 2005). A clorofila “a” é o pigmento utilizado na fase fotoquímica, enquanto os demais constituem os chamados

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

pigmentos acessórios (KLUGE et al., 2005).

Picolli (2008) justifica que, sendo a luz um dos fatores a serem considerados como um problema para alguns corantes naturais, a escolha do segmento a ser aplicado é de grande importância para melhores resultados, por exemplo; utilizar em roupas noturnas.

Várias espécies nativas podem ser usadas como corantes naturais para tingir tecidos. Isso inclui o pinheiro-paraná (*Araucaria angustifolia*). Esta espécie pertence à fitogeografia da Mata Atlântica e existe nas seguintes vegetações: campo de altitude, florestas estacionais semidecíduais e florestas mistas. Ocorre nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Vários estudos avaliaram o uso desses corantes no tingimento de algodão, sendo demonstrado uma tecnologia ativa e viável (SILVA et al. 2021).

3.2 FIBRAS TEXTEIS

As fibras têxteis possuem várias fontes e esse critério é vulgarmente utilizado para sua classificação. As fibras podem ser de origem natural quando extraídas na natureza sob uma forma que as torna aptas para o processamento têxtil, ou de origem não natural quando produzidas por processos industriais (KUASNE, 2008).

As fibras de origem vegetal provêm de caules, folhas, frutos e sementes. Já as fibras animais são obtidas a partir do pelo de animais como, por exemplo, a lã da ovelha, e de secreções glandulares de larvas, no caso da seda, produzida pelo bicho-da-seda (PEZZOLO, 2013).

Entre as principais se encontram as fibras de algodão orgânico, linho e seda. Há que se considerar, portanto, que ao se trabalhar com tecidos naturais juntamente com corantes naturais, pode-se obter uma moda menos impactante ao ambiente, ou seja, realmente sustentável (NARIMATSU et al., 2020).

No século XVIII, na Europa, antes do aparecimento do algodão, as fibras utilizadas eram a lã, o linho e a seda. Mas já nos fins do mesmo século os Ingleses conseguiram fabricar um tecido a que deram o nome de "JULINE". Este tecido era composto de fios de algodão e de linho, sendo o seu sucesso tal que

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

a sua fabricação era insuficiente para consumo, vendo-se as indústrias na necessidade de importarem grande quantidade de fio produzido em outros países (KUASNE, 2008).

3.3 EXTRAÇÃO DE PIGMENTOS NATURAIS

Em um estudo promovido por Narimatsu *et al.* (2020), optou-se pela utilização de corantes vegetais extraídos de raízes, folhas, flores e sementes, que originaram os corantes à base de açafraão, barbatimão, jatobá, erva-mate, hibisco e urucum.

No estudo de Cruz *et al.* (2007), foram analisados pigmentos foliares de três híbridos, sendo estes resultantes de cruzamentos entre *Bixa Orellana* tipos: fruto verde piloso X fruto vermelho liso.

Já o estudo de Kunz, *et al.* (2019) visou analisar a viabilidade técnica do uso de pigmentos vegetais no tingimento de tecidos como alternativa à utilização de corantes sintéticos por meio do uso de insumos e técnicas com menor potencial poluidor, quando comparados a um método tradicional. Foram analisadas a fixação dos corantes por meio da solidez à fricção e lavagem, bem como a branquidão e hidrofinitude do tecido. Em relação ao efluente gerado, foram analisados o pH, turbidez, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a demanda química de oxigênio (DQO).

A extração do conteúdo de pigmentos foliares pode ser de caráter destrutivo ou não, baseando-se na absorvância e reflectância destes. O método destrutivo é o mais comum, utilizando solventes orgânicos, como a acetona 80% e o éter (LICHTENTHALER, 1987).

3.4 TINGIMENTO

Os materiais têxteis podem ser tingidos utilizando processos descontínuos, contínuos ou semi-contínuos. O tipo de processo utilizado depende de muitas características, incluindo o tipo de material como tal fibra, fio, tecido, construção de tecido e vestuário, bem como o tipo genérico de fibra, tamanho dos lotes de corantes e requisitos de qualidade no tecido tingido. Entre

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

estes processos, o processo por lotes é o método mais comum utilizado para tingir materiais têxteis (PRZYSTAŚ; ZABŁOCKA-GODLEWSKA; GRABIŃSKA-SOTA, 2012).

Segundo o estudo realizado por Kunz, *et al.* (2019), segundo a norma brasileira NBR ABNT 10187/88, a solidez da cor é definida como a resistência da cor dos materiais têxteis aos diferentes agentes, aos quais possam ser expostos durante sua fabricação e uso subsequente. Determina, ainda, que as alterações e transferências de cor devem ser avaliadas visualmente em comparação a uma escala de tons de cinza padronizada e quantificada com números de 1 a 5, em que o valor 5 qualifica a não-transferência de cor e os valores 1 e 2 qualificam alta transferência, não têxteis comerciáveis.

3.4.1 Tingimento natural

Os processos de tingimento em substratos têxtil realizado a partir de matérias-primas vegetais, animais e minerais são caracterizados por não gerar danos ao meio ambiente, se extraídos de forma consciente, esses materiais podem trazer ao longo prazo uma melhoria para o desenvolvimento sustentável, uma das grandes preocupações da sociedade contemporânea (SANTOS, 2016).

Alguns exemplos de matérias-primas vegetais com potenciais usos para o tingimento natural:

- Folhas de eucalipto (*Eucalyptus*), são secas ao sol e após trituradas são adicionadas a água destilada, virando uma solução onde o extrato é utilizado para dar cor as fibras têxteis (SILVA, 2018);
- Sementes de urucum (*Bixa orellana L.*), o corante é o produto final da filtração do precipitado, obtido após a fervura das sementes em carbonato de sódio e acidificação do precipitado da reação. Pode também ser obtido pela fervura das sementes em acetato de etila. Outro método de extração do corante é a partir da solução de hidróxido de sódio (BALAN, 2017);
- Cebola (*Allium cepa*), pode ser utilizada somente a casca, que é deixada em solução por um período de tempo e após o líquido filtrado é utilizado no tingimento, ou pode ser triturada por completo e o filtrado obtido da emulsão é utilizado como tingidor (OLIVEIRA, 2018);

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

- Curcuma (*Curcuma domestica Valet*), a planta é macerada e dissolvida em água destilada para então ser levada à fervura em banho-maria, sendo que o produto deste processo é filtrado e utilizado como corante (VANKAR, 2017);
- Hibisco (*Hibiscus sabdariffa*, *Hibiscus mutabilis*, dentre outros), por meio da extração realizada utilizando água destilada ou solução de hidróxido de sódio, a solução obtida é utilizada como corante (34) ou extraído por meio de etanol acidificado com ácido cítrico (BALAN, 2017);
- Cochonilha, sendo que o corante é obtido após um processo de maceração do inseto em moinho para obtenção de um pó fino, sendo este por sua vez adicionado ao hexano para a extração da cera. A mistura é agitada e filtrada, e do resíduo são extraídos os metabólitos potenciais a corante (CRIZEL, 2017);
- *Monascus sp*, onde por meio vegetal ou animal ocorre a captura dos carotenoides produzidos pelo fungo, que irão ser utilizados como corante (VENIL, 2020);
- *Fusarium oxysporum*, obtido após a fermentação do fungo em meio compatível, sendo que o caldo produzido é adicionado ao acetato de etila e em seguida a separação de fases, o corante é coletado (SILVA, 2013).

Para compreender melhor o processo de tingimento por corantes naturais, foi realizado um experimento com tecidos de origem natural (seda, algodão e linho) que foram tingidos com corantes naturais (açafraão, barbatimão, hibisco, jatobá, erva-mate e urucum), que deram origem às seguintes cores: tons de marrom, tons de amarelo e ocre, tons de rosa escuro ao claro, tons de marrom avermelhado, tons levemente esverdeados e crus e por fim, tons de laranja ao marrom. A partir dos resultados obtidos, verificou-se a possibilidade de utilização de tais corantes em escala industrial (NARIMATSU et al., 2020).

Num estudo de tingimento têxtil com o objetivo de restabelecer a prática do tingimento natural, a química analítica foi utilizada como ferramenta de investigação para controlar os resíduos e aperfeiçoar a tecnologia, com vista a colocar no mercado produtos de alta qualidade e o aproveitamento adequado dos recursos naturais foi utilizado como um corante natural. O estudo propôs sua

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

interação com diferentes fibras (algodão, cânhamo e seda), e a interação de diferentes fixadores: acetato de cobre, acetato de ferro e cloreto de sódio. No decorrer do trabalho foram utilizados métodos analíticos e instrumentais, que são métodos de absorção atômica para análise de resíduos e planejamento de fatores para otimização do tingimento. A técnica de tingimento tem se mostrado eficaz, conforme comprovado pelo estudo de planejamento fatorial, que otimiza o tingimento por meio da análise da interação de influências, podendo-se comprovar na análise dos resíduos um método ambientalmente adequado (SCHMIDT; ANDRADE, 2020).

3.5 MÉTODOS PARA EXTRAÇÃO DE CORANTES NATURAIS

A bixina, pigmento majoritário do anato, é o único dos carotenóides isolados e identificados que possui um grupo carboxílico livre, sendo ele, portanto, um alvo potencial e seletivo para reação com NaOH e formação do sal da bixina, podendo a forma protonada ser reconstituída pela adição de um ácido (MERCADANTE *et al.*, 1999).

Os métodos de extração dos pigmentos da *Bixa orellana L.*, seja para determinação da composição química ou averiguação de atividades sobre organismos vivos, são realizados com o uso de solventes, tais como propilenoglicol, óleo, água pura e soluções alcalinas (SHUHAMA *et al.*, 2003). Dependendo do solvente utilizado, a extração pode ser mais ou menos seletiva, de acordo com as conveniências de cada trabalho (MERCADANTE *et al.*, 1999).

A extração de sementes de urucum com NaOH é um procedimento rápido, de fácil execução e baixo custo, podendo ser executada em aulas práticas de química orgânica (COSTA *et al.*, 2004).

O corante "*in natura*" foi extraído diretamente das sementes da planta *Bixa orellana* por extração em meio alcalino, seguido de purificação em meio ácido e secagem em estufa a 70 °C (COSTA; CHAVES, 2005). O corante líquido e o corante em pó "*in natura*" foram caracterizados por varredura em espectrofotômetro UV-VIS (UV-1650pc SHIMADZU) entre 300 e 700 nm obtendo-se uma banda máxima de absorção em 454 nm em ambos casos (BECHTOLD; MUSSAK, 2009).

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

Hiscox & Israelstam (1979) sugeriram que o DMSO, sigla para a substância chamada de dimetilsulfóxido ou sulfóxido de dimetilo é um método superior ao da acetona na extração de clorofila a e b em algas verdes e para extração de pigmentos de plantas superiores.

O método da acetona é moroso, pois requer maceração e centrifugação, o que limita sua aplicação em situação de campo. Enquanto, o solvente DMSO requer apenas imersão do material foliar em um conhecido volume deste solvente, eliminando-se as etapas subsequentes (BARNES *et al.*, 1992).

O DMSO possui elevada capacidade de difusão através de membranas semipermeáveis, pois é altamente higroscópico e miscível em água em todas as proporções, sendo reconhecido também por sua eficácia como carreador de proteínas, o que proporciona agilidade no processo. (RONEN *et al.*, 1984)

Os resultados obtidos de Cruz *et al.* (2007) da extração, tanto de clorofila a quanto de clorofila b, pelos métodos de DMSO, foram superiores aos apresentados pelo método da acetona 80%, nos híbridos estudados de *B.orellana*. Estes resultados diferem, parcialmente, dos resultados obtidos por outros autores (BARNES *et al.*, 1992) que apontam para a ineficiência do DMSO na extração total da clorofila b em plantas *in vivo*. Em urucum, foi obtida uma maior razão entre clorofila a/b pelo método de extração da acetona 80% demonstrando, assim, a eficiência do DMSO como extrator de clorofila b para os híbridos em questão na condição de campo.

3.6 EXPERIMENTOS DE TINGIMENTO

No experimento realizado por Gonçalves *et al.* (2020), utilizou-se o tecido de poliamida com gramatura de 200 g/m² obtido de uma empresa têxtil da região de Blumenau, sem nenhum beneficiamento (cru).

Dognini *et al.* (2018), realizou seu experimento utilizando o urucum que foi colhido na cidade de Brusque – SC. As cápsulas foram abertas para a retirada das sementes. A quantidade de sementes utilizada foi de trinta gramas, estas foram divididas em quatro experimentos.

Após os tingimentos de Dognini *et al.* (2018), realizaram-se análises comparativas nos diferentes métodos de tingimento e entre as várias quantidades

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

de eletrólitos adicionadas. Para realizar a análise de cor, utilizou-seo aparelho de espectrofotômetro (modelo Datacolor®). A análise de cor apresenta dados sobre a composição da cor fixada no tecido. No primeiro experimento com a adição da barrilha e do sal, houve uma intensificação na corconsiderável, mas a quantidade de carbonato de sódio está em excesso, tornando-se inviável economicamente e podendo haver problemas de má igualização devido a alta concentração de eletrólito.

No processo realizado por Kunz, *et al.* (2019), foram utilizadas três amostras de tecido 100 % algodão (tricoline) de 1 m² cada. Os tratamentos selecionados utilizaram como base para extração do corante a beterraba (*Beta vulgaris esculenta*), cascas de cebola (*Allium cepa*) e repolho roxo (*Brassica oleracea*).

O trabalho realizado por Kunz, *et al.* (2019), através de operações unitárias, primeiramente foi realizada a extração do corante de vegetais por meio de trituração, adição de H₂O, NH₃ e álcool Etilico 70%, filtração e tratamento de efluente. Posteriormente, foram realizadas várias analogias comportamentais e de qualidade do tecido como hidrofília, brancura, solidez à fricção e à lavagem. As características do efluente também foram analisadas (pH, turbidez, DBO e DQO) foram analisadas.

De acordo com Kunz, *et al.* (2019), os resultados foram significativos nos diferentes materiais têxteis, através da utilização dos corantes naturais, constata-se a viabilidade da substituição dos corantes químicos. Os tecidos apresentaram tingimento satisfatório ao método utilizado, obtiveram resultados de solidez equiparáveis aos tecidos tingidos industrialmente, com levedesbotamento ao secar e heterogeneidade em algumas áreas do tecido. Todavia o tecido tingido com repolho roxo apresentou pequenos pontos isolados de ferrugem, que sugerem alguma falha na etapa de mordentagem utilizando o NH₄Fe(SO₄)₂. Após a purga do tecido foi possível analisar o grau de limpeza efetuado, quantificando sua brancura e sua hidrofília.

Os testes de solidez à fricção apresentaram valores entre 4 e 5 para todos os tecidos. O tecido tingido com repolho roxo obteve o maior resultado entre os tingidos utilizando a metodologia experimental, enquanto os tingidos com beterraba e casca de cebola apresentaram resultados entre 4 e 5. Todos os

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

tecidos tingidos industrialmente apresentaram o valor 5 para solidez à fricção e valores entre 4 e 5 para solidez à lavagem, o tecido semelhante ao tingimento com casca de cebola apresentou o menor resultado – 4,12, o que sugere que dentre todas as amostras, esta é a que mais transfere cor. Os referidos valores situam-se em intervalos próximos aos encontrados por Ibrahim *et al* (2011), que obtiveram valores, em testes de solidez à fricção, entre 4 e 5 para açafrão e hena, e 3 a 4 para casca de cebola.

Bechtold *et al.* (2006), encontraram valores, para o teste de solidez à lavagem, de 4 a 5 para framboesas, 5 para cerejas e 5 para uvas, denotando valores próximos aos encontrados.

Os valores de DBO e DQO apresentados por Kunz, *et al.* (2019), ficaram muito acima dos valores permitidos por legislação: valores entre 1.796,3 mg/L e 2.032,9 mg/L para DBO e 2.4316,8 mg/L e 2.6778,5 mg/L para DQO. É necessário, no entanto, salientar que os valores apresentados foram de efluentes coletados imediatamente após cada etapa do processo, não tendo passado por nenhum tipo de tratamento, o que se mostra extremamente necessário.

De qualquer modo, os processos utilizados para a extração dos corantes naturais configuram-se como menos agressivos e podem representar uma redução nos valores de DBO₅ e DQO de até metade dos encontrados em processos industriais, como evidenciado por Haddar *et al.* (2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio do experimento de Kunz, *et al.* (2018), principalmente, pode-se concluir que a metodologia experimental utilizada é eficiente em processos artesanais de tingimento de tecidos, mas carece de aprimoramento de seus métodos para a fixação e uniformidade das cores.

De acordo com o estudo de Dognini *et al.* (2018), com o corante natural urucum, produtos com menos poluição ambiental e agressividade ao meio ambiente estão se tornando cada vez mais atrativos, por outro lado, precisamos aumentar a produção industrial.

Em relação ao processo de tingimento, muitas vezes é difícil observar a interação entre as moléculas do corante natural e as fibras do tecido e posterior

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

fixação. Devido à baixa afinidade química, é necessário um mordente para melhor aderência ao corante, e isso acontece. Mordentes (agentes fixadores) são geralmente sais de elementos inorgânicos, como cloreto de sódio (NaCl), ferro ou cobre; eles atuam complexando moléculas de corante para alterar sua estrutura de fibrila, fixando assim a cor no tecido (SCHMIDT; ANDRADE, 2020).

É necessário considerar a imprevisibilidade das cores, a incapacidade de reproduzi-las e seu elevado grau de degradabilidade como características que exigem cuidados especiais com os tecidos tingidos artesanalmente, principalmente durante a lavagem, amaciamento e secagem dos mesmos.

Alguns autores, como Ibrahim *et al.* (2011), Bechtold *et al.* (2006), Yusuf *et al.* (2017), obtiveram resultados semelhantes, mas ponderaram que é possível reduzir a imprevisibilidade das cores ao serem padronizados certos parâmetros, como pH, temperatura e tempo de execução do processo de extração dos corantes naturais. No entanto, ressalta-se que cada corante requer cuidados distintos, dificultando a padronização em grande escala.

Os efluentes gerados no processo de tingimento natural, apesar de apresentarem grande quantidade de matéria orgânica, são mais facilmente tratados por processos biológicos, uma vez que na maioria dos processos utiliza-se consideravelmente menor quantidade de materiais químicos e sintéticos quando comparado à indústria têxtil e não possuem em sua composição substâncias xenobióticas e recalcitrantes, tornando o processo de tratamento desses efluentes viável.

É possível, no entanto, que por meio de pesquisas mais avançadas, haja o aprimoramento da técnica, reduzindo assim o teor de matéria orgânica nos efluentes gerados, menor consumo de água e diminuição de utilização de substâncias químicas e mordentes, que também constituem um componente tóxico na cadeia produtiva do tecido quando utilizado em grandes quantidades. Propõem-se, ainda, pesquisas para verificar a possibilidade e eficiência de se utilizar compostos alternativos que substituam algum dos propostos nessa metodologia em busca de tornar o processo menos oneroso e ambientalmente sustentável (Kunz, *et al.*, 2018).

Analisando os resultados dos autores apresentados pode-se observar a complexidade referente a utilização de corantes naturais na indústria têxtil,

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

principalmente pela replicabilidade de cores e viabilidade de processos específicos que demandam maiores compreensões do tema abordado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste trabalho de pesquisa, pode-se concluir que diversos métodos de tingimento com corantes naturais podem ser considerados viáveis, considerando os parâmetros de qualidade e sustentabilidade. De acordo com o conteúdo estudado, pode-se desenvolver métodos qualificados para introduzir no mercado novos produtos voltados para a sustentabilidade, o empreendedorismo e a integração social a fim de minimizar os problemas socioeconômicos e socioambientais. Principalmente porque, cada vez mais, busca-se por produtos menos poluentes e agressivos ao meio ambiente, além da necessidade de produção industrial em maior escala e com aumento de produtividade.

REFERÊNCIAS

ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Disponível em: www.abit.org.br. Acesso em: 18 maio 2022.

ALMEIDA, E. J. R.; DILARRI, G.; CORSO, C. R. **A indústria têxtil no Brasil: Uma revisão dos seus impactos ambientais e possíveis tratamentos para os seus efluentes.** Departamento de Bioquímica e Microbiologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 2016.

BALAN, Doralice de Souza Luro. **Corantes naturais de aplicação têxtil: avaliação preliminar da toxicidade de urucum Bixa orellana L. (Malvales: Bixaceae) e hibisco Hibiscus sabdariffa L.(Malvales: Malvaceae).** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 2017. ISSN 2359-1412.

BARNES, J.D.; BALAGUER, L.; MANRIQUE, E.; ELVIRA, S.; DAVISON, A.W. 1992. **A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants.** Environmental and

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

Experimental Botany,32: 85- 100.

BECHTOLD, T., MUSSAK, R., MAHMUD-ALI, A., GANGLBERGER, E., GEISSLER, S. Extraction of natural dyes for textile dyeing from coloured plant wastes released from the food and beverage industry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 86, 2006, 233-242.

BECHTOLD, T.; MUSSAK, R. **Handbook of Natural Colorants**. Leopold-Franzens University, Austria. John Wiley & Sons Ltd. 2009. ISBN: 978-0-470-51199-2.

BELTRAME, Leocádia Terezinha Cordeiro. **Caracterização de Efluente Têxtil e Proposta de Tratamento**. Dissertação de Mestrado, UFRN, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Área de concentração: Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologias Regionais, Natal: 2000.

CHASSOT, A. A. **Ciência através dos Tempos**. 14^a. Diss. Ed., S. Paulo: Moderna, 1994.

COSTA, Charlyton Luis S. da Costa *et al.* Extração de pigmentos das sementes de Bixa orellana L: Uma alternativa para disciplinas experimentais de química orgânica. **Extração de pigmentos das sementes de Bixa orellana L: Extração de pigmentos das sementes de Bixa orellana L**, Universidade Federal do Piauí, v. 28, ed. 1, p. 149-152, 9 set. 2004. Disponível em: <http://old.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23053.pdf>. Acesso em: 24 maio 2022.

CRIZEL, Rosane Lopes. **Prospecção de pigmentos produzidos por cochonilhas Ceroplastes spp. para aplicação em alimentos**. Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2017.

CRUZ, Ana Claudia Ferreira da *et al.* Métodos Comparativos na Extração de Pigmentos Foliaves de Três Híbridos de Bixa orellana L. **Métodos Comparativos na Extração de Pigmentos Foliaves de Três Híbridos de Bixaorellana L.**,

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

Revista Brasileira de Biociências, v. 5, p. 777-779, 2007. Disponível em:
<http://old.scielo.br/pdf/qn/v28n1/23053.pdf>. Acesso em: 24 maio 2022.

DOGNINI, Deise Amorim, LOPO, Wallace Nóbrega, PAZA, Rosana. **Proposta metodológica na utilização de corantes naturais no tingimento de produtos 100% algodão com auxílio de eletrólito.** 6º Congresso Científico Têxtil e Moda. 2018.

FREYRE, G. **Casa-grande & Senzala:** formação da família brasileira sob o regime da economia patriarcal. 30ª ed. Rio de Janeiro: Record, 1995.

GONÇALVES, Marcel Jefferson *et al.* Estudo da viabilidade do tingimento da poliamida com corante natural de urucum. **Estudo da viabilidade do tingimento da poliamida com corante natural de urucum,** Universidade Regional de Blumenau, v. 9, p. 571-585, 2020.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. **Química Nova**, v.23, n.1, p.71-79, São Paulo, 2000.

HADDAR, W., BAAKA, N., MEKSI, N., ELKSIBI, I., FAROUK MHENNI, M. Optimization of an ecofriendly dyeing process using the wastewater of the olive oil industry as natural dyes for acrylic fibers. **Journal of Cleaner Production**, 66, 2014, 546-554.

HISCOX, J. D.; ISRAELSTAM, G. F. 1979. **A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration.** Canadian Journal of Botany. 57, 1332-1334.

HOBSBAWN, E. **Era dos Extremos:** O Breve Século XX: 1914-1991. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

IBRAHIM, N. A., EL GAMAL, A. R., GOUDA, M., MAHROUS, F. **A new approach for natural dyeing and functional finishing of cotton cellulose.** **Carbohydrate Polymers.** 82, 2010, 1205-1211.

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

KUASNE, Angela. Curso Têxtil em malharia e confecção 2º módulo. **Curso Têxtil em malharia e confecção 2º módulo**: Fibras têxteis, Araranguá, p. 1-90,2008.

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, 2010.

KONAR, A. E SAMANTA, A. K. **Dyeing of Textiles with Natural Dyes**. India, 2011.

KUNZ, Luana Fraga Delfino *et al.* Análise Técnica E Ambiental do Tingimento Têxtil Com Corantes Vegetais. **Análise Técnica E Ambiental do Tingimento Têxtil Com Corantes Vegetais**, Universidade do Estado de Minas Gerais, v. 14, ed. 1, p. 7-13, 29 mar. 2019.

KLUGE, R.A.; LCB – 311. 2005. **Fisiologia Vegetal**: apontamentos de aulas teóricas de fotossíntese. ESALQ / USP.

LICHTENTHALER, H.K. 1987. **Chlorophyll and carotenoids**: pigments of photosynthetic biomembranes. In: COLOWICK, S.P.; KAPLAN, N.O. (Eds.) *Methods in Enzymology*, V. 148. San Diego: Academic Press. p.350-382.

MERCADANTE, A. Z.; Steck, A.; Pfander, H.; Briton, G.; *Phytochemistry* 1997, 46, 1379; Mercadante, A. Z.; Steck, A.; Pfander, H.; Briton, G; **Phytochemistry** 1999, 52, 135.

NARIMATSU, Bárbara Mayume Galeti *et al.* Corantes naturais como alternativa sustentável a indústria têxtil. **Corantes naturais como alternativa sustentável a indústria têxtil**, Universidade CESUMAR, Maringá/PR, p. 0-14, 6 jun. 2020.

OLIVEIRA, Mônica Cristina Bácoli Teixeira de. **Aplicação dos corantes naturais urucum e casca de cebola no tingimento de tecidos planos**: ensaios de solidez à lavagem e à fricção. Americana, 2018.

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

PICOLLI, Heiderose Herpich. **Determinação do Comportamento Tintorial de Corantes Naturais em substrato de Algodão:** Dissertação de Mestrado, Florianópolis-SC, 2008.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos.** 4. ed. rev. e atual. São Paulo: Senac São Paulo, 2013.

PRZYSTAŚ W, ZABŁOCKA-GODLEWSKA E, GRABIŃSKA-SOTA E. **Biological Removal of Azo and Triphenylmethane Dyes and Toxicity of Process By-Products.** Water Air Soil Pollut 2012; 223 (4) 1581-1592.

RAINERT, K. T.; Nunes, H.C.A.; GONÇALVES, M. J.; TAVARES, L. B. B.

Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies on the removal of reactive dye RBBR using discarded SBS paperboard coated with pet as an adsorbent. Desalination and Water Treatment, v. 86, p. 203-2012. 2017. doi: 10.5004/dwt.2017.21299.

RODRIGUES, J. **A possibilidade da utilização de taninos como mordentes em corantes naturais amazônicos.** In: Colóquio de Moda. 10. Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Design e Moda,1., 2014. **Anais...** p.1-12.

RONEN, R.; GALUN, M. 1984. **Pigment extraction from lichens with dimethylsulfoxide (DMSO) and estimation of chlorophyll degradation.** *Environmental and Experimental Botany.* 24: 239 - 245.

SANTOS, Adeilson Florencio Dos. Tingimento natural. **Tingimento natural:** Medida sustentável para o segmento de moda gala dress, Apucarana, p. 1-167, 2016.

SCHMIDT, Rita de Cássia dos Reis, ANDRADE, Henrique Carvalho de. **Tecnologia sustentável de tingimento de tecidos visando o controle de resíduos tóxicos, considerando a avaliação de estratégias para a geração**

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

de renda. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 7, p. 44743-44759 jul. 2020.

SHUHAMA, I. K.; Aguiar, M. L.; Oliveira, W. P.; Freitas, L. A. P.; J. **Food Engin.** 2003, 59, 93.

SILVA, Márcia Gomes da. **Corantes Naturais no Tingimento e Acabamento Antimicrobiano e Anti-UV de Fibras Têxteis.** Universidade do Minho Escola de Engenharia, 2018.

SILVA, P M S; ROSSI, QUEIROZ, T R S; COSTA, S A; COSTA, S M. **Corante extraído do pinhão para o tingimento de algodão e lã.** 2017. Disponível em: <http://www.cinm.org.br/cinm/anais/2017/03_03_01_Corante%20extra%C3%A3o.pdf>. Acesso em 10 de novembro de 2021.

SILVA, Wesley Santiago da. **Produção de pigmentos fúngicos e seu uso no tingimento de tecidos.** Dissertação (Mestrado) apresentada ao programa de Pós Graduação em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal de São João Del Rei, Universidade Federal de São João Del Rei. Ouro Branco, Minas Gerais, 2013

STREIT, N.M.; CANTERLE, L.P.; CANTO, M.W.; HECKTHEUER, L.H.H. 2005. **As clorofilas.** Santa Maria: Ciência Rural, 35 (3):748-755.

TRINDADE, N. 8.; ROSSI, T.; ARAÚJO, M. C.; LEITE, A. S.; ROSA, J. M. **Otimização de processo:** estudo para a redução de água em tingimentos de algodão com pigmento urucum. II Congresso Têxtil e Científico de Moda - Contexmod. São Paulo. 2014. Disponível em <http://www.contexmod.net.br/index.php/segundo/article/view/195/0>.

TOMAZELI, Vanessa. **Um Pouco da História do Tingimento Natural:** História. [S. l.]: Pano da Terra, 8 jun. 2020. Disponível em: <https://panodaterra.com/blog/f/um-pouco-da-hist%C3%B3ria#:~:text=Embora%20n%C3%A3o%20seja%20poss%C3%ADvel%20afirmar,h%C3%A1%20pelo%20menos%206.000%20anos>. Acesso em: 22 maio 2022.

Tingimento Natural Em Artigos Têxteis: Uma Medida Sustentável.

VANKAR, Padma Shree. **Natural Dyes for Textiles Sources, Chemistry and Applications**. Elsevier Ltd, 2017.

VENIL, C.K.; Velmurugan, P.; Dufossé, L.; Renuka Devi, P.; Veera Ravi, A. **Fungal Pigments: Potential Coloring Compounds for Wide Ranging Applications in Textile Dyeing**. J. Fungi. 2020. <https://doi.org/10.3390/jof6020068>

YUSUF, M., MOHAMMAD, F., SHABBIR, M. Ecofriendly and effective dyeing of wool with anthraquinone colorants extracted from *Rubia cordifolia* roots: Optimization, colorimetric and fastness assay. **Journal of King Saud University – Science**, 29, 2017, 137-144.

