



Resíduo Efluente como Corante Natural Têxtil

T. Rossi ^a, R. S. R. Almeida ^b, J. O. Brito ^c, E. Bittencourt ^d, P. N. Faria ^e, C. T. S. Dias ^f

a. University of São Paulo, Piracicaba, ticiane@usp.br

b. University of São Paulo, Piracicaba, jobrito@usp.br

c. University of São Paulo, Piracicaba, raquelalmeida@usp.br

d. University of São Paulo, Piracicaba, edison@unicamp.br

e. University of São Paulo, Piracicaba, priscilaneves@usp.br

f. University of São Paulo, Piracicaba, ctsdias@esalq.usp.br

Resumo

Os corantes naturais vêm ganhando maior interesse da sociedade, fazendo crescer um novo nicho de mercado, que valoriza produtos obtidos de matérias-primas naturais, devido aos menores danos causados à saúde humana e ao meio ambiente. Uma fonte potencial para obtenção de corantes encontra-se na operação industrial da obtenção de óleo essencial de folhas de eucalipto. Trata-se de um resíduo líquido gerado na etapa de destilação das folhas, mediante o emprego de vapor d'água. Um grande volume de extrato é gerado e descartado como efluente do processo. O Brasil é um dos principais produtores mundiais de óleo de folhas de eucalipto, sobretudo de *Corymbia citriodora* (ex *Eucalyptus citriodora*), havendo, desse modo, importante potencial de exploração do efluente gerado na destilação das folhas como matéria-prima. Pretendeu-se avaliar o potencial desse resíduo como corante natural, visando tingimento de tecido de algodão. O resíduo foi concentrado e o corante natural obtido foi avaliado em termos de características físico-químicas apresentando, pH ácido de 3,3, teor de sólidos totais de 48,1% e teor de taninos condensados de 10,9 %. Em relação à cor do corante natural, ele reflete a cor marrom, com valores de CIE LAB de L=0,19; a=0,50 e b=0,17. O tingimento têxtil de algodão com o corante natural foi avaliado em termos de solidez de cor à lavagem resultando em manchamento do tecido multifibra maior que nota 4 e alteração da cor do tecido tingido de 3-4. Os resultados de solidez à lavagem demonstraram que o corante natural obtido a partir do reaproveitamento do resíduo efluente de *C. citriodora* atingiu notas aceitáveis a indústria têxtil e que possui potencial de uso no tingimento de algodão. Pretende-se ainda avaliar a solidez de cor à luz do corante natural no tecido tingido em estudos futuros.

Palavras-chave: destilação, resíduo, Corymbia citriodora, tingimento têxtil.

1 Introdução

É cada vez mais clara a tendência mundial de preservação dos recursos ambientais e da qualidade de vida. Este processo reflete-se na indústria têxtil como um todo, desde a geração do produto até o consumidor final. A diferenciação, por exemplo, vem sendo vista como um caminho para a satisfação dos consumidores. Para tanto, o grande desafio destas empresas está em viabilizar matérias-primas e processos, que minimizem os impactos ambientais, utilizem fontes naturais renováveis e, ainda, possam ter como vantagem competitiva funcionalidades que, de alguma

forma, melhorem a qualidade de vida do ser humano (Piccoli, 2008). Sendo assim, o retorno dos corantes naturais está intrinsecamente relacionado a diversos aspectos da sociedade, envolvendo a sustentabilidade, produtos verdes e ecológicos, além de nichos específicos de mercado, tais como o tingimento de algodão orgânico.

Como forma de reduzir os problemas ambientais, a indústria têxtil tem adotado estratégias como Produção mais Limpa visando, por exemplo, a eliminação do uso de matérias-primas tóxicas, aumento da eficiência de água e energia, redução na geração de efluentes etc (Bastian, 2009). Como consequência, o aumento do interesse em matérias-primas naturais e renováveis vem se mostrando presente, o que motiva atualmente a utilização dos corantes naturais.

O eucalipto é um gênero amplamente cultivado no Brasil, cuja área plantada atualmente é de aproximadamente 3,7 milhões de hectares, sendo esse país o maior produtor mundial de óleo essencial de *Corymbia citriodora*. Essa espécie é cultivada por médios e pequenos produtores para usos múltiplos. A maior parte das plantações de eucalipto no Brasil tem por finalidade a produção de papel e carvão, contudo, tem aumentado o uso da madeira para construção civil e das folhas para extração de essências e se destaca por colocar o Brasil como maior produtor mundial de óleo essencial obtido a partir de suas folhas (Silva et al, 2006).

O processo de destilação para obtenção do óleo essencial é realizado por arraste a vapor, em dornas de aço inoxidável, onde são dispostas as folhas e galhos da copa do eucalipto. O óleo obtido é destinado principalmente para a indústria de cosméticos. A geração do resíduo efluente tem origem nas dornas da destilaria, após o arraste do óleo pelo vapor, durante 1 hora, onde a pressão chega a atingir entre 3,5 a 4,5 kg. Ao final do processo, a dorna é resfriada, o que ocasiona a condensação de parte do vapor d'água, que é então retirado através de tubulação, obtendo-se o resíduo efluente. A empresa que forneceu o resíduo efluente para o estudo gera 1 t de resíduo a partir de 25 t de óleo essencial. Assim, pode-se prever uma produção anual de 30 t deste resíduo. Tendo como base a produção de óleo essencial de eucalipto, pode-se estimar um potencial de geração de 440 t de resíduo efluente por ano em nosso país.

Ao se propor a utilização do resíduo efluente gerado como subproduto do processo de destilação de folhas de eucalipto, estaria sendo oferecida a oportunidade para agregar mais valor à matéria-prima da qual o mesmo é produzido. Como consequência a floresta estaria sendo mais valorizada, não apenas para obtenção de óleos essenciais e produção madeireira, mas também, como geradora de corantes naturais para a indústria têxtil. Não obstante, a mudança de destinação do resíduo efluente, da irrigação de florestas adjacentes à destilaria, para um produto destinado ao uso na indústria têxtil, estaria evitando, a longo prazo, um potencial impacto ambiental.

Da perspectiva da indústria têxtil, caso este resíduo demonstre potencial de uso como corante natural no tingimento de algodão, isto implicaria em uma alternativa natural e sustentável de corantes para diversas finalidades. O uso de um corante natural seria um fator de diferenciação dos produtos para nichos de mercados, que valorizem o ambiente, a reutilização e reciclagem de materiais, a redução do uso de água, menores riscos de poluição etc.

O objetivo geral do trabalho é avaliar o resíduo efluente do processo de destilação do óleo essencial de folhas e galhos de *Corymbia citriodora* Hook, como potencial corante natural, para tingimento de tecidos de algodão, caracterizando o corante natural obtido do resíduo efluente, por meio de análises físicas e químicas e avaliação da solidez de cor do tecido tingido à lavagem.

2 Metodologia

2.1 Coleta do resíduo efluente e obtenção do corante natural

O resíduo efluente foi coletado na Destilaria Meneghetti, localizada no município de São João do Paraíso, MG. Sua coleta foi no período de 30 de setembro a 03 de outubro de 2008.

O resíduo foi gerado do processo de produção de óleo essencial que compreendia a passagem de vapor d' água durante 50 minutos, com a pressão mantida entre 3,5 a 4,5 kg. Ao final desse tempo o processo era interrompido e naturalmente a dorna esfriava. Assim, o líquido condensado consistia no resíduo efluente aquoso de coloração escura, que era retirado de forma intermitente de 3 dornas, na proporção amostral de 1 L a cada destilação, até se obter o volume de 40 L do material.

Para obtenção do corante a partir do resíduo, este foi submetido à concentração visando à redução do seu teor de água, em recipientes esmaltados, aquecidos de forma a permitir a evaporação do líquido, permitindo a obtenção do corante natural com o objetivo de concentrar os componentes corantes do resíduo efluente, de forma a tornar mais facilitado o manuseio do produto e, certamente, tornando mais econômico seu transporte e seu armazenamento, na visão da utilização pela indústria têxtil.

2.2 Avaliações físico-químicas no corante natural

O corante natural foi analisado mensurando-se: pH, densidade, teor de sólidos totais (TST), teor de taninos condensados (TTC) e cor, no espaço CIE LAB. A avaliação do pH foi conduzida em pHmetro, a densidade através de picnômetro de 10 mL, tendo sido realizadas 3 repetições de ensaio para cada amostra avaliada.

O teor de sólidos totais (TST) foi determinado mediante gravimetria segundo método de Paes et al (2006). A determinação do teor de taninos condensados (TTC) foi realizada empregando-se o método Stiasny também segundo Paes et al (2006). Tanto para as análises de TST e TTC, foram realizadas 8 repetições.

Por fim, as leituras de cor das amostras foram efetuadas mediante o uso da colorimetria, através do método CIE LAB, utilizando-se espectrofotômetro Konica Minolta 2500 d. As condições de operação do equipamento foram: varredura de 700-400 nm, iluminante CIE (D65) e ângulo do observador de 10°. O software "Oncolor for Windows" versão 5.4.1.4 da "Cyberchrome" foi utilizada para compilação das propriedades de cor $L^* a^*, b^*$.

2.3 Tingimento têxtil e determinação da solidez de cor

O tingimento têxtil com corante natural foi realizado por esgotamento em substrato têxtil de algodão referenciado como meia malha 100% algodão, título 30/1, e gramatura (150 g.m⁻²) já alvejado e purgado através de métodos usuais da indústria têxtil.

O banho de tingimento foi composto de corante e água, sem nenhum aditivo (tensoativos, sais ou mordentes) visando um tingimento natural sustentável. E seguiu-se o mesmo método utilizado por Bechtold et al. (2003). A concentração do corante usado foi de 10%.

Os ensaios de solidez de cor à lavagem utilizaram 2 tecidos tingidos de 5 g cada um, tendo suas cores mensuradas antes por meio de espectrofotômetro Konica Minolta 2500d, como descrito no item 2.2.

A solidez à lavagem foi avaliada pela norma da NBR ISO 105-C06-2006 (ABNT 2006c) e foi determinada a 40°C, durante 30 minutos, em solução de 150 mL de detergente AATCC -WOB a 4 g de detergente em 1 L de água, seguida de lavagem em água destilada em 2 porções separadas durante 1 minuto cada porção.

A diferença de cor mensurada no espectrofotômetro antes e após a avaliação, representada pelo ΔE a resultou da: i) alteração de cor da amostra de tecido tingido (ABNT 2006a) e ii) manchamento do tecido multifibra, junto à amostra de tecido tingido, sendo as diferenças representadas pela escala cinza (ABNT 2006b).

3 Resultados e Discussão

A avaliação do corante natural resultou nas médias de pH ácido de 3,3, densidade 1,6 g.L⁻¹, teor de sólidos totais (TSC) de 48,1 %, teor de taninos condensados (TTC) de 10,9 %. Em relação à cor do corante, obtiveram-se as médias de cor no espaço CIE LAB de L=0,19; a=0,50 e b=0,17.

O eixo L* representa a luminosidade ou brilho e varia entre zero (preto) e 100 (branco). A coordenada a* representa variação entre vermelho/verde (sinal positivo=vermelho e sinal negativo=verde) e a coordenado b*, corresponde a amarelo/azul (sinal positivo=amarelo e sinal negativo=azul) (Bechtold et al, 2003; Carvalho, 2007; Harder et al, 2007). O corante reflete a luz nos comprimentos de onda da cor marrom.

Infere-se que, do ponto de vista prático, devido ao pH deste corante natural ser ácido, a embalagem de armazenamento deste corante deve ser especial e não corrosiva. Além disso, um armazenamento protegido de luz é recomendado, pois ainda não há estudos de estabilidade a luz e, assim, pode-se evitar uma possível degradação à luz.

Sobre a solidez de cor à lavagem dos tecidos tingidos, os resultados de medição de cor dos tecidos tingidos antes das análises de solidez de cor à lavagem no espaço CIE LAB formam de L=67,1; a=3,1 e b=10,1. Qualitativamente, resultou em tecido de cor bege. Notas resultantes da análise de solidez de cor à lavagem de alteração da cor do tecido tingido e manchamento do tecido multifibra, são apresentados na Tabela 1.

Geralmente, alterações de cor de notas 1 e 2 não são considerados aceitáveis pelo ponto de vista do consumidor (Neves; Crespim, 2000). A diferença da medição da cor, obtido pela diferença de cor do tecido antes da análise e depois da análise, expressa pelo ΔE , foi de 2,19. Sendo assim, de acordo coma norma ABNT (2006b), a nota média de alteração de cor alcançada para as análises de solidez à lavagem foi de 3-4, na escala cinza, cuja melhor nota é 5.

Em se tratando do manchamento da análise de solidez de cor à lavagem, os tecidos que apresentaram manchamentos com nota 4 foram lã, acrílico, poliamida e algodão. Os outros tecidos apresentaram manchamento entre 5 e 4-5, isto é, uma variação quase imperceptível.

Visto que as notas de solidez de cor à lavagem dos tecidos tingidos com corante natural apresentadas na Tabela 1, foram maiores que 2, então encontram-se dentro do padrão de aceitabilidade pelo consumidor. Portanto, os resultados de solidez de cor à lavagem mostraram que o corante natural obtido a partir de resíduo efluente de folhas de *C. citriodora*, possui potencial de uso como corante natural no tingimento de algodão.

Nos próximos estudos pretende-se avaliar a solidez de cor à luz dos tecidos tingidos com o corante natural, pois é conhecido amplamente na literatura que, em se

tratando de solidez à luz, a maioria dos corantes naturais tem solidez entre pobre a moderada, enquanto os corantes sintéticos apresentam uma larga gama de solidez à luz entre pobre (fugitivo) e excelente (estável) (Crews, 1982; Araújo, 2005; Cristea; Vilarem, 2006). Este resultado, se positivo, incrementará ainda mais, o potencial do uso do resíduo efluente como corante natural, para tingimento de tecidos.

Tab. 1. Valores de alteração de cor dos tecidos tingidos e manchamento do tecido multifibra, segundo a norma ABNT 2006a e 2006b respectivamente (1=pobre e 5=excelente).

Análise	Fibras	Notas
Alteração de cor	tecido tingido	3-4
Manchamento no tecido multifibra	lã	4
	poliacrilato	4
	poliéster	4-5
	poliamida	4
	algodão	4
	diacetato	4-5

4 Conclusão

Em relação ao corante natural obtido do resíduo efluente, conclui-se que:

- Exibiu pH ácido, teor de sólidos totais (TST) 48,1 % e teor de taninos condensados de (TTC) 10,9 % e a cor apresentou refletância no comprimento de onda referente à cor marrom, com os valores de CIE LAB de L=0,19; a=0,50 e b=0,17.

Em relação à solidez de cor à lavagem dos tecidos tingidos com o corante natural, concluiu-se:

- Apresentou notas de alteração de cor dos tecidos tingidos de 3-4;
- Notas de manchamento do tecido multifibra foi da ordem de 4 para os tecidos de lã, acrílico, poliamida e algodão, e o restante apresentou notas entre 4-5 a 5.

Por fim, conclui-se que o corante natural obtido a partir de resíduo efluente de folhas de *C. citriodora*, possui potencial de uso como corante natural no tingimento de algodão.

5 Referências

Araújo, M.E., Corantes naturais para têxteis: da antiguidade para tempos modernos. Conservar Património, <http://tramasdocafecomleite.files.wordpress.com/2009/06/corantes-naturais-e-texteis2.pdf> acessado em junho/2009

Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2006a, NBR ISO 105-A02 Ensaios de solidez da cor: Parte A-02: Escala cinza para avaliação de alteração de cor. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2006b. NBR ISO 105-A03 Ensaio de solidez da cor: Parte A-03: Escala cinza para avaliação de transferência de cor. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2006c. NBR ISO 105 C06 Ensaio de solidez da cor: Parte C-06: Solidez de cor à lavagem doméstica e comercial. Rio de Janeiro. 2006c.

Bastian, E.Y.O., 2009. Guia técnico da indústria têxtil. SINDITÊXTIL, Brasil.

Bechtold, T., Turcanua, A., Ganglbergerb, E., Geisslerb, S, 2003. Natural dyes in modern textile dyehouses: how to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future? *Journal of Cleaner Production*, 15, 499-509

Carvalho, S.F.X.F., 2007. Impregnação de cor em madeira. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia e Construção, Universidade do Minho, Portugal.

Crews, P.C., 1982. The influence of mordant on the lightfastness of yellow natural dyes. *Journal of the American Institute for Conservation*, 21, 43-58.

Cristea, D., Vilarem, G., 2006. Improving light fastness of natural dyes on cotton yarn. *Dyes and Pigments*, 70, 239-245.

Harder, M.N.C., Canniatti-Brazaca, S.G., Arthur, V. 2007. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (*Bixa orellana*). *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 102, 339-342.

Neves, J.D., Crespim, L., 2000. Análise de solidez de cor em tecidos sujeitos a ensaios de lavagem com sabões em pó de diferentes propriedades. br.geocities.com/lcrespim/trabalhos/lavagem.PDF acessado em setembro/2009.

Paes, J.B., Diniz, C.E.F., Marinho, I.V., 2006. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semi-árido brasileiro. *Cerne*, 12, 232-238.

Piccoli, H.H., 2008. Determinação do comportamento tintorial de corantes naturais em substrato de algodão. Universidade Federal de Santa Catarina <http://www2.eng.ufsc.br/teses/m208.pdf> acessado em março/2011.

Silva, P.H.M., Brito, J.O., Silva JR., 2006. Potential of eleven Eucalyptus species for the production of essential oils. *Scientia Agricola*, 63, 85-89.