



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

“CORANTE DIRETO NÃO PRESTA!”, MITO OU VERDADE? VANTAGENS E DESVANTAGENS EM DUAS CORES DESENVOLVIDAS COM CORANTES DIRETOS E REATIVOS

**Bruno Matheus Monteiro de Vasconcellos Alves⁽¹⁾; Custódia Fernanda Pereira
Gonçalves⁽¹⁾; Jorge Marcos Rosa^(2,3); Maurício de Campos Araújo⁽³⁾**

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Cidade de São Paulo,

Rua Cesário Galeno, 448/475, Tatuapé, CEP 03071-000, São Paulo.

⁽²⁾ Professor; Escola de Artes, Ciências e Humanidades, EACH-USP,

Rua Arlindo Bettio, 1000, Emerlino Matarazzo, CEP 03828-000, São Paulo.

⁽³⁾ Professor; Faculdade de Tecnologia SENAI "Antoine Skaf";

Rua Correia de Andrade, 232, Brás, CEP 03008-020, São Paulo.

Resumo

Foram estudadas duas cores, sendo uma clara e a outra escura, com duas classes de corantes, diretos e reativos. As cores desenvolvidas com corantes diretos levaram vantagem no consumo de água, 10 L kg^{-1} a menos, e também no consumo de energia, sendo $2,40 \cdot 10^4 \text{ J}$ em energia elétrica e $8,36 \cdot 10^4 \text{ J}$ em energia térmica a menos do que as cores desenvolvidas com os corantes reativos. Nos índices de solidez testados, os corantes reativos obtiveram melhores resultados somente na solidez à água para a cor Cacau (escura). Os índices de solidez à luz apresentados pelas cores desenvolvidas com os corantes diretos apresentaram melhores resultados nas duas cores estudadas.

Palavras-chave: Corantes diretos. Corantes reativos. Custos ecológicos.

Área Temática: Tecnologia Têxtil

"DIRECT DYESTUFF IS NOT APPROPRIATE!", MYTH OR TRUTH?: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES IN TWO COLORS DEVELOPED WITH DIRECT DYESTUFFS AND REACTIVE ONES.

Abstract

Two colors were studied, one light and the other dark, with two classes of dyestuff, direct and reactive. The colors developed with direct dyes took advantage of water consumption, being 10 L kg^{-1} less than the reactive dyestuffs, and also presented less energy consumption, being $2.40 \cdot 10^4 \text{ J}$ in electrical and $8.36 \cdot 10^4 \text{ J}$ in thermal, than the colors developed with reactive dyestuffs. In the color fastness, the reactive dyestuffs obtained better results only in the fastness to water for the color Cacau (dark). The light fastness indices presented by the colors developed with the direct dyes showed better results in the two studied colors.

Key words: Textiles, Dyeing of cotton. Ecological costs.



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

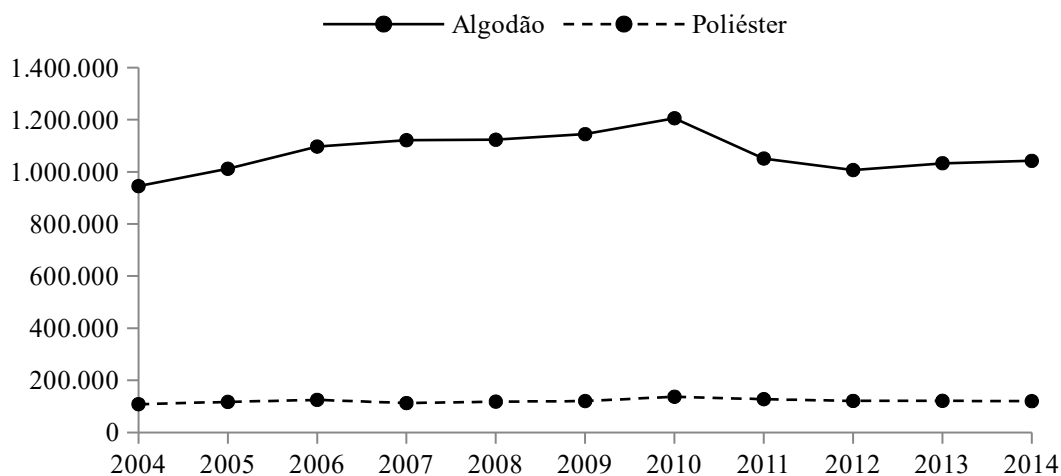
24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

1. Introdução

O setor têxtil e de confecção é uma atividade iniciada há cerca de 200 anos no País. Impulsionou muitas outras indústrias e foi o grande motor da revolução industrial no Brasil. Hoje, emprega 1,7 milhão de pessoas de forma direta, das quais 75% são mulheres. A indústria da moda é o segundo maior empregador na indústria de transformação e também segundo maior gerador do primeiro emprego. A indústria da moda reúne diferentes características, dificilmente encontradas em outros setores. Mistura arte, negócios, artesanato, alta tecnologia química, física, sociologia e história, faturando cerca de R\$ 100 bilhões/ano através de mais de 30 mil empresas. Paga R\$ 14 bilhões/ano em salários, investe uma média de R\$ 5 bilhões a cada ano, somando desembolsos do BNDES e aquisição de máquinas e equipamentos, e recolheu R\$ 7 bilhões em contribuições federais e impostos em 2013. É a maior cadeia integrada do setor no ocidente (MENDONÇA et al, 2016; MOSCA, 2017)

De acordo com Prado (2015), de todas as fibras têxteis o Algodão é a fibra mais consumida nos últimos 10 anos, levando uma grande vantagem sobre o Poliéster, segunda fibra mais comercializada no Brasil (Figura 1). Fios e tecidos construídos com algodão podem ser tintos com várias classes de corantes. Dentre elas classificam-se os corantes ao enxofre, à tina, azoicos, diretos e reativos (Zollinger, 2003), estes dois últimos abordados neste estudo.

Figura 1. Panorama do Algodão versus o Poliéster no período 2004/2014.



Fonte: Prado 2007, 2011 e 2015.



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

1.1. Corantes diretos

São corantes substantivos, solúveis em água, de relativa facilidade de aplicação. Possuem boa solidez à luz e são utilizados basicamente para a coloração do algodão, pelo qual possui grande afinidade. Unem-se à fibra somente através de Ligações de Hidrogênio e Forças de Van der Waals e, principalmente por este motivo, não possuem boa solidez aos tratamentos úmidos quando aplicados em cores médias ou escuras (JOHNSON, 1989; SHORE, 2002).

Possuem caráter aniônico e, devido a este fato, torna-se necessário a adição de um eletrólito, cloreto ou sulfato de sódio, durante o tingimento, já que a celulose quando úmida também possui esse mesmo caráter. O tratamento posterior é efetuado geralmente com lavagem em água fria, de uma a três etapas com duração de 5 minutos cada. O uso de fixadores pode aumentar o nível de solidez à lavagem, mas pode acarretar diminuição nos índices de solidez à luz. (LADCHUMANANANDASIVAM, 2006; SILVA et al, 2011).

1.2. Corantes reativos

Como o próprio nome sugere, são corantes que reagem quimicamente com a fibra de algodão em pH alcalino, através de ligações covalentes. Por possuírem grande versatilidade de aplicação, os corantes reativos são os principais corantes utilizados no Brasil e em muitos países, sendo abordado em inúmeras pesquisas devido, principalmente, a seu efluente que contém altos índices absorciométricos, além de alta carga de sais (SEKAR et al., 2012; CHEN et al., 2015; LYKIDOU et al., 2015, ROSA et al, 2015).

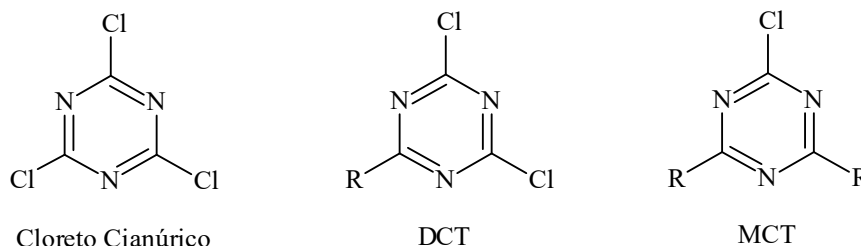
Assim como os corantes diretos, possuem caráter aniônico e também são adsorvidos na celulose através de Ligações de Hidrogênio e Forças de Van der Waals em presença de Cloreto ou Sulfato de Sódio. Entretanto, necessitam da adição de um álcali para que haja a reação covalente corante-fibra e, desta forma, obter bons índices de solidez aos tratamentos úmidos (JOHNSON, 1989; SHORE, 2002).

2. Objetivos

Em 1956, a *Imperial Chemistry Industry* (ICI) lançou no mercado os primeiros corantes reativos para tingimento de celulose, obtidos a partir do cloreto cianúrico (Figura 2), contendo os grupos reativos Diclorotriazina (DCT) e Monoclorotriazina (MCT). Até a década de 70 os corantes diretos eram muito utilizados para o tingimento do algodão no Brasil, sendo

substituídos gradativamente pelos corantes reativos, inicialmente na obtenção de cores escuras, chegando até as cores mais claras, principalmente por sua versatilidade de aplicação (CUNHA et al, 2006; PICCOLI, 2008; SALEM, 2010)

Figura 2. Cloreto cianúrico, DCT e MCT



Fonte: Cunha et al, 2006

Apesar de terem perdido espaço para os corantes reativos, que hoje representam mais de 50% da produção e comercialização no Brasil (ABIQUIM, 2017), os corantes diretos já foram alvos de várias pesquisas envolvendo seu comportamento de adsorção e termodinâmica (DARUWALLA e D'SILVA, 1963; PORTER et al, 1970), na cobertura de algodão morto (SMITH, 1991) e também nos problemas cotidianos de tinturarias (MORELL y MARTÍN, 2005).

É muito comum ouvir a frase: “Corantes diretos não prestam”. Essas afirmações talvez estejam baseadas na baixa solidez aos tratamentos úmidos da maioria desses corantes, quando utilizados em cores escuras.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi estudar duas cores desenvolvidas com corantes diretos e reativos, sendo uma de intensidade clara e uma de intensidade escura, avaliando seus índices de solidez à água forte e à luz, segundo normas ABNT.

3. Materiais e Métodos

As cores foram escolhidas do Caderno de Tendências SENAI Mix Design Primavera/Verão 2016/2017, sendo a cor Duna (Pantone 12-0806) a de intensidade clara e a cor Cacau (Pantone 19-1012), a de intensidade escura, cujos valores de Luminosidade (L^*) apresentados foram de 85,56 e 37,09, respectivamente.

3.1. Reagentes

Reactive Yellow 145 (RY145), 1026 g mol^{-1} , monoazo, bi-heterofuncional monoclorotriazina e vinilsulfônico (MCT+VS), CAS nº 93050-80-7; Reactive Red 239



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

(RR239), 1136 g mol⁻¹, monoazo, bi-heterofuncional MCT+VS, CAS n° 89157-03-9 e Reactive Blue 222 (RB222), 1357 g mol⁻¹, disazo, bi-heterofuncional MCT+VS, CAS n° 93051-44-6 (Golden Tecnologia); Direct Yellow 162 (DY162), 1325 g mol⁻¹, disazo, CAS n° 81898-60-4; Direct Red 80 (DR80), 1373 g mol⁻¹, disazo, CAS n° 2610-10-8 e Direct Blue 77 (DB77), 443 g mol⁻¹, antraquinona, CAS n° 89998-31-2/6441-88-9 (Archroma); Detergente, Sequestrante e Catalase (Golden Tecnologia), Peróxido de Hidrogênio 50%, Hidróxido de Sódio 98%, Metassilicato de Sódio 95%, Cloreto de Sódio 95%, Carbonato de Sódio 95% e Ácido Sulfúrico 98% (Quimesp), Solução a 1% de Verde de Bromocresol (Merck), Solução 0,10 mol L⁻¹ de Oxalato de Potássio e Titânio (Merck).

3.2. Equipamentos

Espectrofotômetro Konica-Minolta CM 3600d, Balança Analítica Gehaka AG-1200, Máquina de Tingimento Mathis ALT-1, Perspirômetro, Xenotest Atlas 15S, softwares OnColor® e March Wizard®.

3.3. Materiais diversos

Tecido plano de algodão 100%, 28 fios cm⁻¹, 22 bat cm⁻¹, 160 g m⁻², fio 20/1 Ne cardado, urdume e trama, desengomado e alvejado conforme receitas e procedimentos descritos em Ferreira et al (2015).

3.4. Procedimentos de tingimento

Todos os procedimentos de tingimento foram efetuados segundo instruções dos fabricantes, em Relação de Banho (RB) igual a 1:10, ou seja, 10 L de banho para cada 1 kg de substrato.

3.4.1. Corantes diretos

As receitas para os tingimentos da cor de intensidade clara, Duna, Pantone 12-0806, e a de intensidade escura, Cacau, Pantone 19-1012, desenvolvidas com corantes diretos estão descritas na Tabela 1.

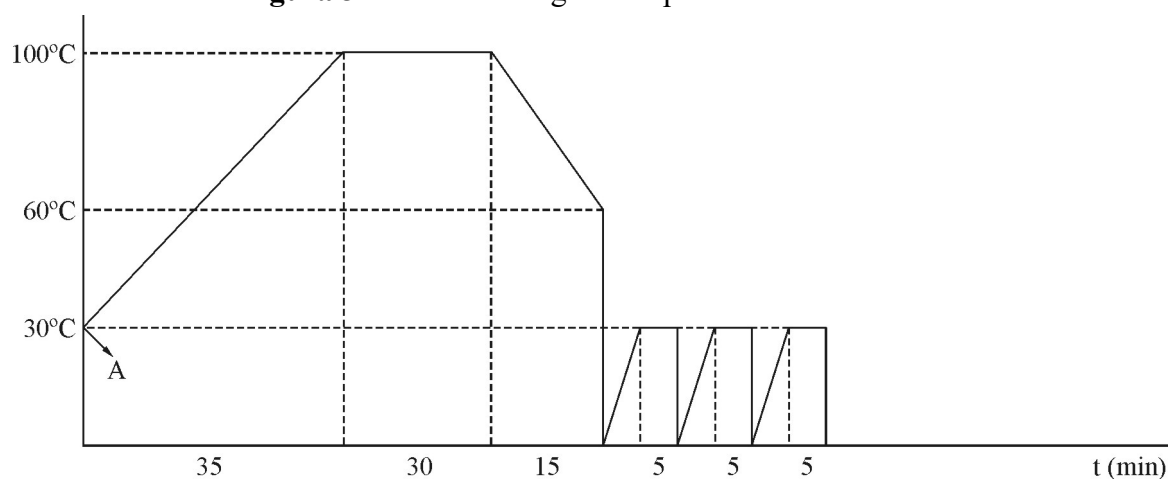
Tabela 1. Receita das cores Duna e Cacao com corantes diretos

Etapa	Insumos	Duna	Cacau
A	DY162 (%)	0,009	0,507
	DR80 (%)	0,006	0,494
	DB77 (%)	0,001	0,286
	NaCl (g L ⁻¹)	3	12

Fonte: Autores, baseados em receita obtida junto ao Match Wizard®

O processo de tingimento efetuado para os corantes diretos encontra-se ilustrado na Figura 3.

Figura 3. Gráfico de tingimento para os corantes diretos



Fonte: Autores, baseados em recomendação do fornecedor do corante.

3.4.2. Corantes reativos

As receitas para os tingimentos da cor de intensidade clara, Duna, Pantone 12-0806, e a de intensidade escura, Cacao, Pantone 19-1012, desenvolvidas com corantes reativos estão descritas na Tabela 2.

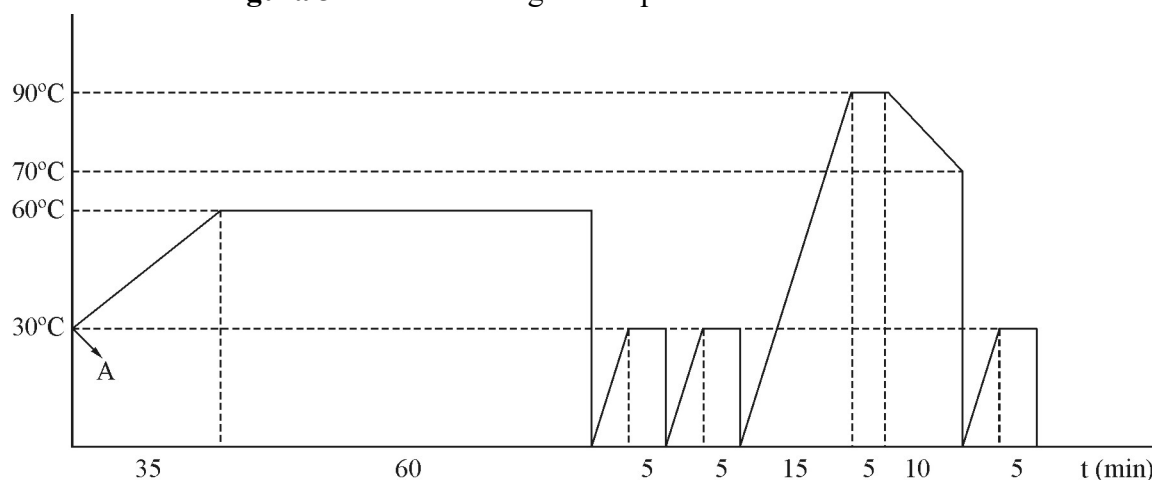
Tabela 2. Receita das cores Duna e Cacau com corantes diretos

Etapa	Insumos	Duna	Cacau
	RY145 (%)	0,019	0,865
	RR239 (%)	0,007	0,647
A	RB222 (%)	0,005	0,930
	NaCl (g L ⁻¹)	15	60
	Na ₂ CO ₃ (g L ⁻¹)	5	15

Fonte: Autores, baseados em receita obtida junto ao Match Wizard®

O processo de tingimento efetuado para os corantes reativos encontra-se ilustrado na Figura 3.

Figura 3. Gráfico de tingimento para os corantes reativos



Fonte: Autores, baseados em recomendação do fornecedor do corante.

As coordenadas CIELab foram obtidas através de espectrofotometria visível, sob iluminante D65, 10° (Software OnColor®, Espectrofotômetro Konica-Minolta CM 3600d), e utilizadas para calcular a distância Euclidiana (DE^*) entre as cores obtidas com os corantes diretos e reativos, segundo a equação 1.

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \text{ (Eq. 1)}$$

Onde: L^* = luminosidade; a^* = eixo verde-vermelho; b^* = eixo amarelo-azul



3.5. Custos ecológicos

Os modelos matemáticos para cálculo dos consumos de água, de energia elétrica e de energia térmica foram desenvolvidos baseando-se em Leite et al (2014), Rosa et al (2014) e Trindade (2016).

3.5.1. Consumo de água

Para o cálculo do consumo de água utilizada adotando-se “RB” como sendo a quantidade parcial de água em cada etapa e “ $C_{\text{Água}}$ ” a quantidade total de água em todas as etapas, temos a equação 2 a seguir.

$$C_{\text{Água}} = RB_1 + RB_2 + RB_3 + RB_n \text{ (Eq. 2)}$$

Onde: ‘ $C_{\text{Água}}$ ’ em $L \text{ kg}^{-1}$ (litros por quilograma de substrato processado)

3.5.2. Energia elétrica

Para determinar o consumo de energia elétrica aplicada nos tingimentos, adotou-se o equipamento Jet HT Riviera Eco Metalwork, com capacidade de até 50 kg e potência instalada de igual a 7,4 kWh. O consumo teórico em Joules para cada quilograma de substrato processado foi determinado pelo tempo total de processo em minutos, aplicando-se o sistema a seguir, obtendo-se a equação 3.

$$Q_1 = (t \cdot 60 \text{ s} \cdot 7400 \text{ Wh} \cdot 3600 \text{ J}) \cdot (60 \cdot 50 \cdot \text{s})^{-1}$$

$$Q_1 = t \cdot 5,328 \cdot 10^5 \text{ (Eq. 3)}$$

Onde: ‘ Q_1 ’ em $J \text{ kg}^{-1}$ e ‘ t ’ em minutos

3.5.3. Energia térmica

Para calcular a quantidade de energia térmica necessária para cada quilograma de substrato processado, utilizou-se a equação 4.

$$Q_2 = \Delta T \cdot C_p H_2O \cdot m H_2O \cdot 10^{-3} \text{ (Eq. 4)}$$

Onde: Q_2 em $J \text{ kg}^{-1}$; T em Kelvin; C_p em $J \text{ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; m em gramas, adotando a massa específica da água igual a $1,0 \text{ g cm}^{-3}$.

3.5.4. Índices de solidez da cor

Utilizou-se a norma ABNT NBR ISO 105-E01:2014 para execução dos ensaios de solidez da cor à água e a norma ABNT NBR ISO 105-B02:2007 para execução dos ensaios de solidez da cor à luz, avaliando-se a Alteração (A) e a Transferência (T) através de



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

espectrofotometria visível, sob iluminante D65, 10° (Software OnColor®, Espectrofotômetro Konica-Minolta CM 3600d).

4. Resultados

4.1. Tingimentos

Na Tabela 3, as coordenadas ' L^* , a^* , b^* ' obtidas nos tingimentos, juntamente com o ΔE^* calculado entre as cores obtidas com corantes reativos e diretos.

Tabela 3. Receita das cores Duna e Cacau com corantes diretos

Desvios	Duna			Cacau		
	Direto	Reativo	ΔE^*	Direto	Reativo	ΔE^*
L^*	85,56	84,98		37,09	36,08	
a^*	2,66	2,44	0,86	1,05	1,21	1,03
b^*	19,61	19,02		1,13	1,27	

Fonte: Autores, baseados em leitura dos valores de L^* , a^* e b^*

Como pode ser observado na Tabela 3, o desvio total entre as cores Duna e Cacau efetuadas com as duas classes de corantes (reativo e direto) não ultrapassou um ponto e meio, valor perfeitamente aceitável para os padrões do mercado interno (ROSA et al, 2014). Conclui-se que para essas duas cores ambas as classes de corantes podem ser utilizadas.

4.2. Custos ecológicos

Na Tabela 4 estão dispostos os consumos de energia térmica, energia elétrica e água para os tingimentos com corantes diretos e reativos.

Tabela 4. Consumo de energia e água

Corantes	Energia (J)		Água (L kg ⁻¹)
	Elétrica	Térmica	
Direto	$5,06 \cdot 10^7$	$2,92 \cdot 10^5$	40
Reativos	$7,46 \cdot 10^7$	$3,76 \cdot 10^5$	50
Δ	$2,40 \cdot 10^7$	$8,36 \cdot 10^4$	10

Fonte: Autores



Observou-se menor consumo de energia nos tingimentos efetuados com corantes diretos. A diferença total ficou na ordem de $2,41 \cdot 10^7$ J, sendo $2,40 \cdot 10^4$ J em energia elétrica e $8,36 \cdot 10^4$ J em energia térmica. No consumo de água, os tingimentos com corantes diretos consumiram 10 L kg^{-1} a menos do que os corantes reativos.

4.3. Índices de solidez

Na Tabela 5 estão dispostos os valores das notas de alteração para a solidez à luz e alteração e transferência para a solidez à água.

Tabela 5. Índices das solidez

Solidez		Duna		Cacau	
		Direto	Reativo	Direto	Reativo
Água	A	4/5	4/5	2	4/5
	T	4/5	4/5	1/2	4/5
Luz	A	3	2/3	3/4	3

OBS: A - Alteração; T - Transferência

Nos índices de solidez à água, a cor Duna (clara) apresentou valores que não obtiveram diferença significativa entre as duas classes de corantes testados. Entretanto, a cor Cacau (escura) desenvolvida com corantes reativos apresentou diferença significativa sobre a desenvolvida com corantes diretos.

Nos índices de solidez à luz, os resultados apresentados pelos corantes diretos levaram ligeira vantagem sobre os resultados apresentados pelos corantes reativos, nas duas cores estudadas.

5. Conclusão

Neste estudo realizou-se a comparação entre duas classes de corantes no tingimento de duas cores em tecidos de algodão. Para as cores estudadas, no quesito consumo de água, os corantes diretos consumiram 10 L kg^{-1} a menos do que os corantes reativos. Os corantes diretos também apresentaram menor consumo de energia térmica e elétrica, em um total de $2,41 \cdot 10^7$ J a menos do que os corantes reativos, nas duas cores estudadas.

Os corantes reativos apresentaram melhores índices de solidez à água na cor Cacau (escura), porém, índices iguais na cor Duna (clara). Quanto à solidez à luz, novamente os corantes diretos levaram ligeira vantagem em ambas cores estudadas.



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

Baseando-se nos resultados obtidos, a cor Duna (clara) para artigos de vestuário pode ser desenvolvida com corantes diretos, sem detrimento da solidez a tratamentos úmidos e com menores consumos de água e energia. A cor Cacau (escura) desenvolvida com corantes reativos seria a mais apropriada para artigos de vestuário, devido aos maiores índices obtidos nos ensaios de solidez à água. Caso o tecido tinto tenha como objetivo artefatos que não entrem em contato com umidade, as duas cores poderiam ser desenvolvidas com ambas as classes de corantes.

6. Referências

ABIQUIM: Aplicações: Usos de corantes, pigmentos e branqueadores ópticos. Disponível em http://abiquim.org.br/corantes/cor_aplicacoes.asp. Acessado em Fevereiro de 2017.

ABNT NBR ISO 105-B02:2007. Ensaio de solidez da cor. Parte B02: Solidez da cor à luz artificial: Ensaio da lâmpada de desbotamento de arco de xenônio.

ABNT NBR ISO 105-E01:2014. Ensaio de solidez da cor. Parte E01: Solidez da cor à água.

BROADBENT, A. D.: Basic Principles of Textile Coloration, Society of Dyers and Colourists, UK, 568 p., 2001.

CHEN, L.; WANG, B.; RUAN, X.; CHEN, J.; YANG, Y.: Hydrolysis-free and fully recyclable reactive dyeing of cotton in green, non-nucleophilic solvents for a sustainable textile industry. Journal of Cleaner Production 107, p. 550-556, 2015.

CUNHA, A. C.; PAIXÃO, F. M.; SOUZA, M. C. B. V.; FERREIRA, V. F.: Cloreto isocianúrico e cloreto cianúrico: aspectos gerais e aplicações em síntese orgânica. **Química Nova** 29(3), p. 520-527, 2006.

DARUWALLA, E. H., D'SILVA, A. P.: Heats of Dyeing of Direct Cotton Dyes on Cellulose: A New Thermodynamic Approach to the Determination of Activity of Direct Dyes in Cellulose. Textile Research Journal 33(1), p. 40-50, 1963.

FERREIRA, M. G. G., COSTA, R. M., BEZERRA, R. N., SOUZA, S. A., NUNES, S. D. P., FILETI, A. M. F., ROSA, J. M.: Estamparia Digital - Parte I: Estudo Comparativo entre Processos de Desengomagens Enzimática e Oxidativa em Tecidos Planos de algodão 100%. **Química Têxtil**, v. 119, p. 44-53, 2015.

GUARANTINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B.: Corantes Têxteis. **Química Nova** 23(1), p. 71-78, 2000.

JOHNSON, A. (Ed.): The theory of coloration of textiles, 2nd Edition, Society of Dyers and Colourists, UK, 275 p., 1989.



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

LADCHUMANANANDASIVAM, R.: **Processos Químicos Têxteis Volume III – Tingimento Têxtil**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2ª Edição, 165 p., 2008.

LYKIDOU, S.; KARANIKAS, E.; NIKOLAIDIS, N; TSATSARONI, E.: *Azo reactive dyes: ultrafiltration and application to cotton by exhaustion and digital ink-jet printing. **Textile Research Journal** 86(8), p. 823-826, 2015.*

LEITE, A. D.; BARCO, L.; BARROS, N. B.; ARAUJO, M. C.; ROSA, J. M.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.: *Assessment of the Total Organic Carbon and Conductivity in Consecutive Dyeings with Reactive Dyestuffs Using Treated Effluent by UV/H₂O₂ Photocatalysis. **Journal of Chemistry and Chemical Engineering** 8, p. 139-144, 2014.*

MENDONÇA, J. E. B.; BARROS, A. A. C.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.; ROSA, J. M.: Estudo sobre variações de tonalidade em peças confeccionadas de algodão tingida com corantes reativos. *Química Têxtil*, v. 121, p. 46-58, 2016.

MORELL, J. V., MARTÍN, J. R. S.: **Problemas de tintorería**. Editora: Golden Química, São Paulo, 171 p., 2005.

MOSCA, M.: Agenda de Prioridades Têxtil e Confecção - 2015 a 2018. ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil. Disponível em http://www.abit.org.br/conteudo/links/publicacoes/agenda_site.pdf, acessado em janeiro de 2017.

PICCOLI, H. H.: Determinação do Comportamento Tintorial de Corantes Naturais em Substrato de Algodão. **Dissertação**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, SC, 2008.

PRADO, M.V.: **Brasil Têxtil - Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**. Instituto de Estudos e Marketing Industrial LTDA - IEMI, 2007.

_____: **Brasil Têxtil - Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**. Instituto de Estudos e Marketing Industrial LTDA - IEMI, 2011.

_____: **Brasil Têxtil - Relatório Setorial da Indústria Têxtil Brasileira**. Instituto de Estudos e Marketing Industrial LTDA - IEMI, 2015.

PORTER, J. P., PERKINS, W. S., LIMB, Y.: *The Thermodynamics of Sorption of Three Direct-Dye Mixtures on Cellulose. **Textile Research Journal** 40(8), p. 704-711, 1970.*

ROSA, J. M.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.; ARAUJO, M. C.; MING, W. C.: *Development of colors with sustainability: a comparative study between dyeing of cotton with reactive and vat dyestuffs. **Textile Research Journal** 84(10), p. 1009-1017, 2014.*



5º Congresso Científico Têxtil e Moda

24 a 28 de abril de 2017
Centro Universitário FEI - Campus São Paulo

ROSA, J. M.; FILETI, A. M. F.; TAMBOURGI, E. B.; SANTANA, J. C. C.: *Dyeing of cotton with reactive dyestuffs: the continuous reuse of textile wastewater effluent treated by Ultraviolet/Hydrogen peroxide homogeneous photocatalysis. **Journal of Cleaner Production** 90, p. 60-65, 2015.*

SALEM, V.: **Tingimento Têxtil: Fibras, Conceitos e Tecnologias**, Ed. Blucher, São Paulo, 300 p., 2010.

SEKAR, S.; SURIANARAYANAN, M.; RANGANATHAN, V.; MACFARLANE, D. R.; MANDAL, A. B.: *Choline-Based Ionic Liquids-Enhanced Biodegradation of Azo Dyes. **Environmental Science & Technology** 46(9), p. 4902-4908, 2012.*

SHORE, J.: **Colorants and auxiliaries**, 2nd Edition, Society of Dyers and Colourists, UK, 960 p., 2002.

SILVA, B. B.; CUSTÓDIO, V.; PESSOA, E.; COIMBRA, J. L.; NEUMAN, V.; JACUBAVICIUS, C.; FADINI, R.; SILVA, S. S.; RODRIGUES, V. B.; ROSA, J. M.: **Processos Produtivos Têxteis II**, SENAI-SP, Escola SENAI Francisco Matarazzo, 298 p., 2011.

SMITH, B.: *Dead Cotton Coverage of Direct Dyes. **Textile Research Journal** 61(4), p. 226-231, 1991.*

TRINDADE, N. B.: *Tingimento com pigmento natural: um estudo empírico para redução do consumo de água utilizando máquina de lavanderia em peças confeccionadas com matéria prima 100% algodão. **Dissertação**. Programa de Mestrado em Ciências, Modalidade Têxtil e Moda, EACH-USP, Escola de Artes Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, 70 p., 2016.*

ZOLLINGER, Z.: **Color Chemistry: Syntheses, Properties and Applications on Organic Dyes and Pigments**. 3rd Edition, Verlag Helvetica Chimica Acta, Zürich, Switzerland, 637 p., 2003.

7. Agradecimentos

À Archroma pelos corantes diretos, à Golden Tecnologia pelos corantes reativos e demais insumos auxiliares e ao Programa SENAI-SP de Apoio à Pesquisa.