

ÁREA TEMÁTICA: Gestão Ambiental

TINGIMENTO DE ALGODÃO COM CORANTE REATIVO SEM USO DE SAL POR MEIO DA APLICAÇÃO DE ÓLEO DE SOJA

Daniele Kuhn¹ (daniele.kuhn@hotmail.com),
Catia Rosana Lange de Aguiar¹ (catia.lange@ufsc.br)

¹ Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

Sabendo da necessidade da indústria têxtil em atender as suas demandas com menor índice de impactos ambientais, entende-se a importância da pesquisa acerca de métodos alternativos de tingimento de algodão sem uso de sal. Desta forma, o estudo buscou analisar a viabilidade do tingimento de algodão com corante reativo por meio do método de tingimento com corante em óleo de soja. Foram estudadas as propriedades do material tingido por meio de testes de solidez a fricção, a luz e a lavagem. Além disso, foram realizadas análises de isoterms (Langmuir e Freundlich) e cinética de tingimento em espectrofotômetro de reflectância, com adoção do tingimento convencional como o padrão. Para análise residual de corante no processo foram realizadas coletas de alíquotas nas etapas inicial e final de tingimento, bem como a cada lavagem, e as soluções foram avaliadas por meio de espectrofotômetro de absorvância. O comprimento de onda encontrado foi de 542 nanômetros. Os resultados apresentaram valores aceitáveis de solidez e capacidade colorística das amostras, apesar de também ressaltar a vantagem sobre o tingimento convencional que ainda se mostra o mais efetivo, tendo apresentado cinética de pseudo-segunda ordem, indicando que o controle do mecanismo de velocidade é a adsorção química, além de isoterma adequada ao modelo de Langmuir, ou seja, fibra e corante interagem fortemente. Em sequência, os resultados foram positivos para o substrato tingido com óleo, revelando que o método tem futuro e fomenta a continuidade de estudos acerca do mesmo.

Palavras-chave: Tingimento; algodão; óleo.

COTTON DYEING WITH REACTIVE DYE WITHOUT SALT THROUGH THE APPLICATION OF SOYBEAN OIL

ABSTRACT

Knowing the need of the textile industry to meet their demands with a lower index of environmental impacts, it is understood the importance of research on alternative methods of dyeing cotton without using salt. Thus, the study sought to analyze the viability of dyeing cotton with reactive dye using the dye emulsion dyeing method in soybean oil. The properties of the dyed material were studied using friction, light and wash fastness tests. In addition, analyzes of isotherms (Langmuir and Freundlich) and dyeing kinetics were performed in a reflectance spectrophotometer, with the adoption of conventional dyeing as the standard. For residual analysis of dye in the process, aliquots were collected in the initial and final stages of dyeing, as well as each wash, and the solutions were evaluated by means of an absorbance spectrophotometer. The wavelength found was 542 nanometers. The results showed acceptable values of solidity and color capacity of the samples, despite also highlighting the advantage over conventional dyeing, which is still the most effective, having presented pseudo-second order kinetics, indicating that the control of the speed mechanism is the chemical adsorption, in addition to an isotherm suitable to the Langmuir model, that is, fiber and dye interact strongly. In sequence, the results were positive for the substrate dyed with oil, revealing that the method has a future and promotes the continuity of studies about it.

Keywords: Dyeing; cotton; oil.

1. INTRODUÇÃO

O tingimento de substratos têxteis é uma arte antiga e por muitos séculos foram empregados corantes naturais, por métodos totalmente empíricos (SALEM, 2010). Um grande marco na química dos corantes foi a descoberta do primeiro corante sintético, em 1856, e, após essa descoberta, sucederam-se inúmeras outras, que resultaram na vasta gama de corantes conhecidos atualmente.

Dentro deste contexto, existem os corantes reativos, utilizados no tingimento de fibras celulósicas, naturais, como algodão e regeneradas, como a viscose. A estrutura de um corante reativo contém três grupos funcionais: cromóforo, solubilizante e reativo, responsável pela sua reatividade. Em um processo de tingimento com corante reativo, há duas fases principais que devem ser conhecidas: adição de eletrólito e adição de álcali. Por meio da primeira, ocorre a montagem do corante na fibra, pelos fenômenos de adsorção e difusão. Já a segunda garante o esgotamento adicional e a fixação entre corante e fibra.

A adição de eletrólito, comumente sulfato ou cloreto de sódio é fundamental para quebrar a repelência entre a fibra e corantes aniônicos e garantir uma maior exaustão do corante. Entretanto, a quantidade de sal pode ser prejudicial em termos de tratamento de efluentes gerados após os processos de tingimento.

Reduzir o consumo de sal tem efeitos positivos na salinidade dos efluentes e no bom funcionamento das estações de tratamento de águas residuais. Os corantes reativos com baixo teor de sal são corantes de alta afinidade, o que os torna menos fáceis de lavar do que os tipos de baixa a média afinidade (CLARK, 2011).

Desta maneira, buscam-se alternativas de tingimento de fibras celulósicas com corante reativo com diminuição ou eliminação do uso de sal, sem prejudicar a qualidade de intensidade de cor e solidez. Uma alternativa ainda pouco conhecida, é o emprego de óleo em processos de tingimento. Além de ser um método mais econômico, o óleo pode garantir a redução de corante nos efluentes. Sabendo disso, o estudo propõe um sistema de tingimento de fase dupla de óleo e água para a descarga mínima de corantes e sais, com qualidade de tingimento comparável ao convencional.

2. OBJETIVO

Analisar a viabilidade técnica de tingimento de algodão com corante reativo sem uso de sal, empregando o método de tingimento com emulsão de corante em óleo de soja e compará-lo aos tingimentos sem uso de sal e ao convencional. Além disso, avaliar as características colorimétricas das amostras, comparar e avaliar os resultados dos tingimentos, efetuar testes de solidez à luz, lavação e fricção das amostras tingidas e por último determinar o modelo cinético e isotérmico dos tingimentos realizados.

3. METODOLOGIA

Com objetivo de avaliar a viabilidade de tingimento de algodão com corante reativo sem uso de sal, empregando o método de tingimento com emulsão de corante em óleo, após alguns testes preliminares, foram realizados diferentes experimentos que são descritos a seguir.

O processo inicial foi de preparação da dispersão de corante (corante+óleo), realizado conforme segue:

- 1 grama de corante reativo Red 195
- 9 ml de óleo de soja

A solução composta por corante e óleo foi misturada em Béquer e agitada por 30 minutos (manualmente), até completa dispersão. Os substratos de 100% algodão foram pré-alvejados conforme a formulação composta por 2g/L de detergente emulgador, 3g/L de hidróxido de sódio (50%), 3g/L de peróxido de hidrogênio (50%) e 1g/L de sequestrante de ferro.

Os processos de tingimento serão denominados de acordo com as respectivas amostras: A e B. Ao longo do trabalho, serão tratadas de acordo com esta legenda: A – Tingimento convencional

com corante reativo, B – Tingimento com corante em óleo. As receitas de tingimento podem ser visualizadas no quadro 1:

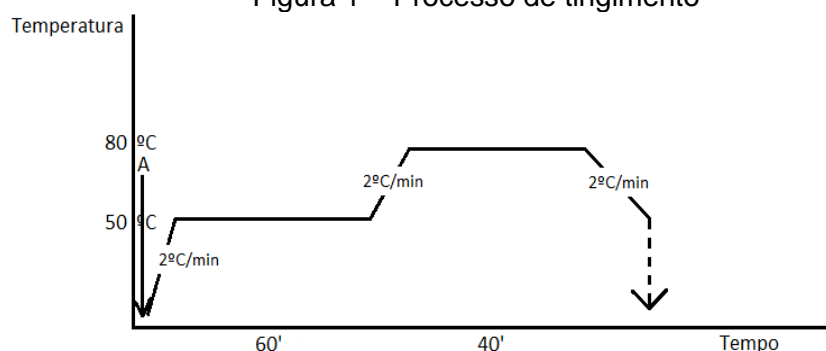
Quadro 1 – Receitas de Tingimento

Amostra de Tingimento	Dispersante	Corante reativo Red 195	Barrilha (Na_2CO_3)	Dispersão de Óleo + corante Red 195	Sal
A Convencional	2 g/L	3% s.p.m.	16 g/L	--	65 g/L
B Emulsão de óleo	2 g/L	--	20 g/L	3% s.p.m.	--

Fonte: A autora (2019)

É importante ressaltar que nos tingimentos em que se usou a dispersão com óleo, a barrilha (Na_2CO_3) foi empregada nos primeiros 10 minutos de banho, a solução dos canecos continha apenas 20g/L de barrilha (em água) e a amostra. Após os 10 minutos a 50°C, foi adicionada a emulsão de corante. Este procedimento foi realizado para garantir maior fixação do corante na fibra de algodão, que exige a adição de álcalis em seu tingimento, além do que, em testes preliminares a ausência da barrilha no tingimento com óleo ocasionou baixa tingibilidade. Todas as formulações de tingimento, conforme explanado no Quadro 1, dizem respeito ao processo exposto na Figura 1, sendo A o local de inserção da receita.

Figura 1 – Processo de tingimento

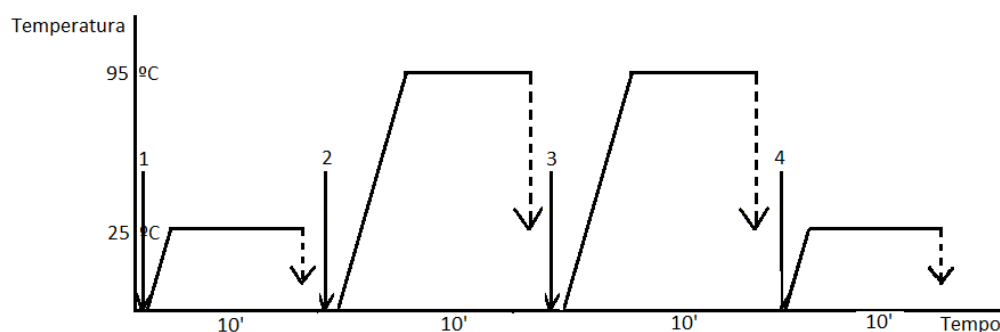


Fonte: A autora (2019)

Após o tingimento, as amostras devem ser lavadas para a retirada do excesso de banho que ainda contém corante. O processo de lavagem foi realizado com relação de banho 1:20 e seguiu uma sequência de 04 processos: lavagem a frio com 1 g/L de ácido acético, lavagem a 95°C com 1g/L de detergente (2 vezes), e mais uma lavagem a frio apenas com água.

O processo de lavagem é representado na Figura 2, sendo que o gradiente de temperatura foi de 2°C por minuto.

Figura 2 - Processo de lavagem



Fonte: A autora (2019)

3.1 Avaliação de Residual de Banho

Após determinar o comprimento de onda do corante reativo Red 195 em espectrofotômetro eletrônico de absorvância, seguiu-se uma série de análises. À medida que foram realizados o tingimento e as lavagens, foram colhidas alíquotas antes e após o tingimento, bem como após cada lavagem. Por meio destas, pode-se medir a absorvância de cada método de tingimento, e descobrir o quanto a fibra absorveu o corante. Também foram registradas imagens dos tubos de ensaio com as alíquotas dos banhos já descritos, com objetivo de comparação visual.

3.2 Colorimetria

Após o tingimento e secagem em temperatura ambiente das amostras, foi feita análise em espectrofotômetro de reflectância para determinação da cor obtida em cada amostra. Esta análise tem o objetivo de atribuir valores às cores das amostras, de modo a compará-los com uma cor padrão definida. As amostras foram avaliadas e, por corresponder ao tingimento convencional, o padrão foi definido pela amostra A, e a amostra B teve seus resultados comparados com este padrão. A análise permitiu resultados das variáveis a^* , correspondente ao eixo vermelho e verde, b^* , correspondente ao eixo amarelo e azul, L^* , correspondente a luminosidade e ΔE , que relaciona a diferença entre todos eles.

3.3 Determinação das Isotermas e Cinética de tingimento

Para a determinação do modelo isotérmico que melhor se ajusta aos processos, foi realizada uma sequência de tingimentos para cada amostra, com concentrações iniciais de corante de 1, 2, 3 e 6% de corante Red 195, para o processo convencional e 0,2, 0,4, 0,6 e 1 grama de emulsão de óleo com corante, para o processo com óleo. Do banho de tingimento preparado, foram retiradas alíquotas no tempo zero e no tempo final do processo. Os modelos de isotermas aplicados foram de Langmuir e Freundlich, ambas conforme as equações (1) e (2), respectivamente:

Isoterma de Langmuir:

$$qe = \frac{qmKLCe}{1+KLCe} \quad (1)$$

Isoterma de Freundlich:

$$q_e = K_F C e^{\frac{1}{n}} \quad (2)$$

Com a finalidade de determinar o modelo cinético dos tingimentos, foi realizada uma sequência dos quatro tingimentos com registros de tempo de processo. Ou seja, foram coletadas alíquotas dos canecos contendo as soluções e amostras durante o processo de tingimento, de modo a verificar a influência da temperatura em todos eles.

Para isto, foi realizado o tingimento das 02 amostras em duplicata, de maneira que a cada retirada das alíquotas, o volume de banho não fosse afetado. Foram retiradas alíquotas em diferentes etapas e temperaturas. Com o auxílio de um cronômetro, pode-se registrar qual o tempo de cada uma das etapas. As retiradas ocorreram nos tempos de 14, 43, 82, 101, 121 e 145 minutos, correspondentes a diferentes etapas do processo de tingimento. Os modelos de cinética empregados foram de pseudo-primeira-ordem e pseudo-segunda-ordem. Para encontrar o ajuste, foram utilizadas as respectivas equações, dadas por (3) e (4):

Modelo de pseudo-primeira ordem:

$$(q_e - q_t) = \log_{10} q_e - k_1 t / 2,303 \quad (3)$$

Modelo de pseudo-segunda-ordem:

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \quad (4)$$

3.5 Ensaios de Solidez

3.5.1 Solidez à lavagem

Após o processo de tingimento foram efetuados os ensaios de solidez à lavagem a 40°C nas amostras tingidas, tendo como objetivo a avaliação da migração do corante para o tecido testemunha e também avaliação da alteração de cor após a lavagem.

Para a realização do teste, o procedimento empregado foi uma adaptação da norma ABNT NBR ISO 105-C06 – Solidez da cor à lavagem doméstica comercial. Neste ensaio, as amostras tingidas foram costuradas entre duas amostras de tecidos testemunhos, correspondentes a malhas de algodão branco, todos com a mesma medida de 10cm x 4cm. A solução para a realização do teste constituiu de 4g/L de detergente em pó comercial aquecido a 40 °C e agitação mantida por 30 minutos em chapa aquecedora. Com o banho preparado, os conjuntos foram imersos em 150 mL da solução e após foram inseridos na máquina de tingimento por 30 minutos a 40 °C. Além da solução, foram utilizadas esferas metálicas, que possuem objetivo de gerar atrito entre as amostras.

Após o processo, as amostras foram analisadas quanto a alteração de cor em escala de cinza e quanto a transferência de cor em escala de branco. Para esta avaliação, é feita uma classificação em notas que variam de 1 a 5 (1 representa alta alteração ou transferência de cor e 5 nenhuma alteração ou transferência).

3.5.2 Solidez à Fricção

A metodologia utilizada para o a realização do teste de solidez à fricção foi baseada na norma ABNT NBR ISO 105-X12. As amostras foram testadas no equipamento Crockmeter de marca Kimak de modelo CA-11, com tecido testemunha de algodão branco. Os testes foram realizados a seco e a úmido, com programação de 20 ciclos e velocidade de em ciclo por segundo, conforme rege a norma. Após o processo, as amostras foram analisadas quanto a alteração e transferência de cor em escala de cinza. Para esta avaliação, é feita uma classificação em notas que variam de 1 a 5 (1 representa alta alteração ou transferência de cor e 5 nenhuma alteração ou transferência).

3.5.3 Solidez à luz

A metodologia utilizada para realização do teste de solidez à luz foi baseada na norma ABNT NBR ISO 105- B02:2007, que se refere a solidez da cor quando submetida à luz artificial. As análises para este teste foram atenciosamente realizadas pelo laboratório do SENAI, em Brusque. Este teste consiste na incidência de luz artificial sobre um lado da amostra, enquanto a outra fica coberta. Desta forma, ao retirar a luz, é possível comparar os dois lados na mesma superfície e compará-los. Posteriormente, atribui-se notas à esta alteração, caso exista.

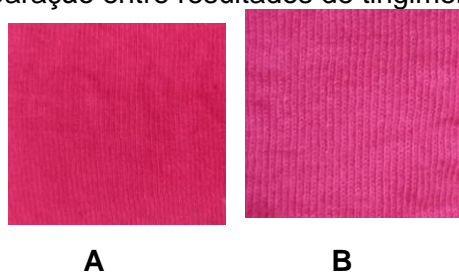
As amostras foram avaliadas através da escala de azul, para solidez a luz. Para esta avaliação, é feita uma classificação em notas que variam de 1 a 8 (1 representa alta alteração ou transferência de cor e 8 nenhuma alteração ou transferência). Após a realização de todos os processos descritos, é possível realizar a análise das técnicas escolhidas, bem como compreender os seus significados baseados nos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Tingimento

Após a realização do tingimento e lavagem das amostras, estas foram secas em temperatura ambiente. O resultado de tonalidade pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 - Comparação entre resultados de tingimento das amostras A e B.



Fonte: A autora (2019)

Por meio dos resultados de tingimento, pode-se observar a tonalidade padrão obtida com o processo convencional de tingimento, com o emprego de sal. Analisando a amostra B, é possível concluir que está com intensidade menor de cor, ainda que esteja próxima do padrão.

4.2 Resultados de colorimetria

Após o processo de tingimento, foi realizada a análise em espectrofotômetro de reflectância com objetivo de medir variáveis das coordenadas de luminosidade, tonalidade, a, b e ΔE . Para meios de comparação, a amostra padrão adotada foi correspondente ao tingimento convencional, ou seja, a amostra A. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados de a, b, L, ΔE , K/S

Amostra	a	b	L	ΔE	K/S
A	59,38	2,31	40,22	--	205,5

B	56,51	-3,96	48,09	10,7	8	93,3
---	-------	-------	-------	------	---	------

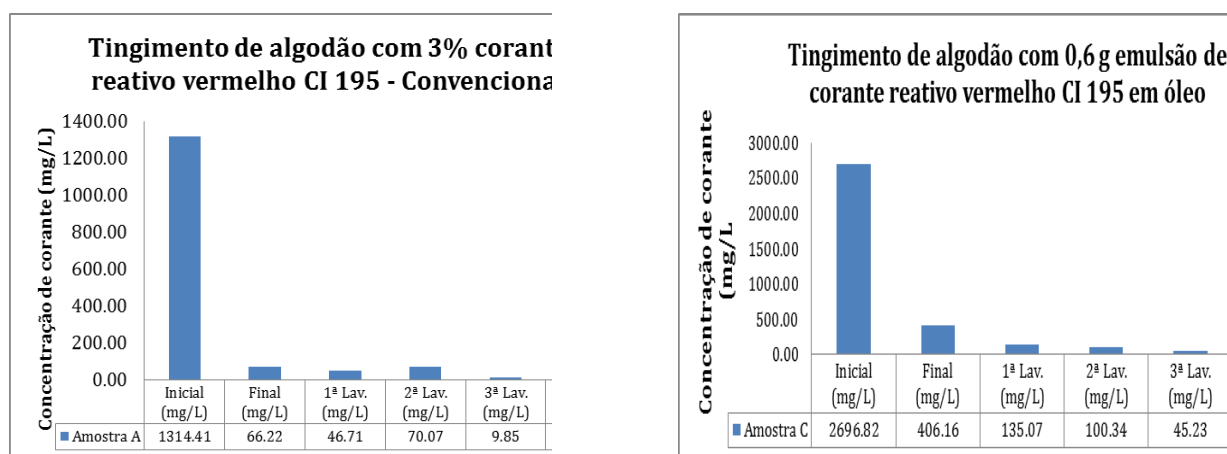
Fonte: A autora (2019)

Como pode ser visualizado na Tabela 2, ambas as amostras apresentaram valor de coordenada “a” positivo, que corresponde a cor vermelho. Entretanto, com relação a coordenada “b”, a amostra B obteve valor negativo (correspondente a cor azul). Em referência ao “L”, de luminosidade, a amostra A obteve menor valor, ou seja, era a mais escura. O ΔE obteve valor maior que 1, o que indica reprovação. A amostra seria reprovada em um teste de análise de cor, devido a sua diferença em comparação com a amostra padrão. Este resultado indica que o tingimento convencional difere bastante da amostra B, o que é esperado já que é o único que utiliza sal. Porém, sabendo que o objetivo do estudo é o não emprego de sal sem interferir nas propriedades, e que foi adicionado carbonato de sódio nos 10 primeiros minutos de banho, entende-se que outras alternativas devem ser empregadas neste caso, como por exemplo uma maior porcentagem de corante no banho.

4.3 Avaliação do residual de corante no banho de tingimento e lavagem

Foram recolhidas alíquotas antes e após tingimento, e após cada lavagem. Através dos valores de absorvância encontrados no espectrofotômetro, pode-se plotar os gráficos das curvas de tingimento, que representam a concentração de corante em mg/L. Estes resultados podem ser visualizados na Figura 4.

Figura 4 - Absorvância, residual de corante e amostras tingidas



Fonte: A Autora(2019).

Na amostra A, como esperado, o primeiro tubo de ensaio é o que apresenta maior quantidade de corante, pois a alíquota é recolhida no momento que antecede o contato com a fibra. Após o tingimento, entretanto, visualmente ainda há considerável presença de corante na solução pois o corante reativo reage com a fibra e uma parcela reage também com a água, hidrólise, porém, o esgotamento foi de 94,96%. A presença de corante residual diminui à medida em que são realizadas as lavagens, até que, após o último processo, resta apenas 0,096% de corante na solução.

Ao analisar os resultados da amostra B, percebe-se grande diferença com relação aos números de concentração de corante, ainda que de acordo com a imagem a solução esteja bastante clara. Isso pode ser justificado pela turbidez da solução causada pela presença de óleo, que, mesmo

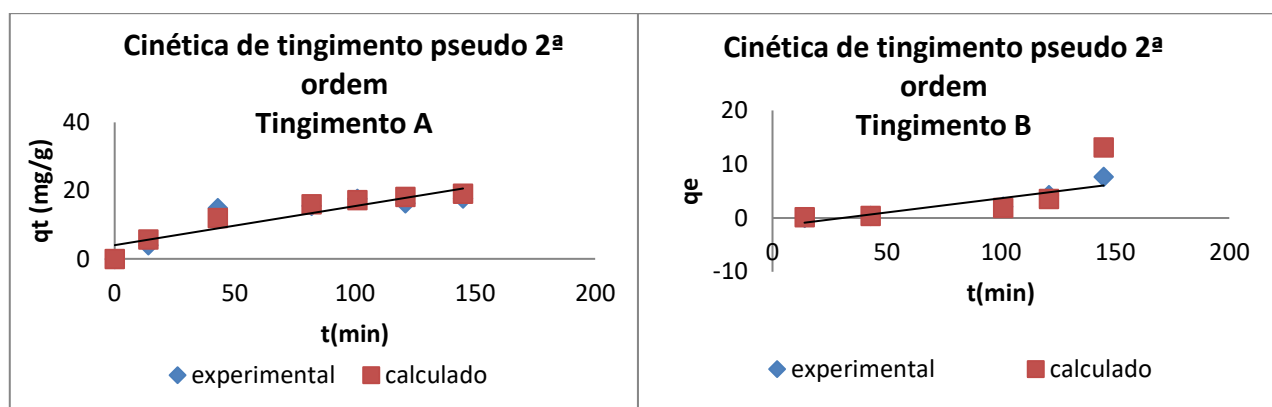
sem coloração é bastante turva, o que interfere na análise de absorvância no espectro, que foi determinada utilizando a mesma curva de calibração da solução sem óleo. Para este tingimento, apesar da intensidade de cor observada visualmente, o esgotamento de corante foi de 84,94% e o residual de corante após a última lavagem foi de 1,13%.

O uso de óleo de soja no processo de tingimento permitiu um esgotamento alto de corante, embora não tenha apresentado a tonalidade esperada, porém, é também um indicativo de que o estudo é viável. Uma explicação para esta interação é a presença de hidroxilas no ácido graxo presente no óleo, que podem ter proporcionado a ligação entre corante e fibra, já que os grupos terminais que recebem o corante reativo nas fibras celulósicas são justamente as hidroxilas.

4.4 Isotermas e Cinética de Tingimento

Os resultados de cinética de tingimento foram avaliados de acordo com os modelos de cinéticos de pseudo-primeira e pseudo-segunda ordem. Analisando os dados, sabe-se que o modelo cujo R^2 mais se aproxima de 1 diz respeito ao modelo com o qual o tingimento melhor se adequa. As curvas de cinética do tingimento das amostras A e B podem ser visualizadas na Figura 5. Como pode ser visto, a curva obedece à curva experimental.

Figura 5 - Cinética de tingimento das amostras A e B



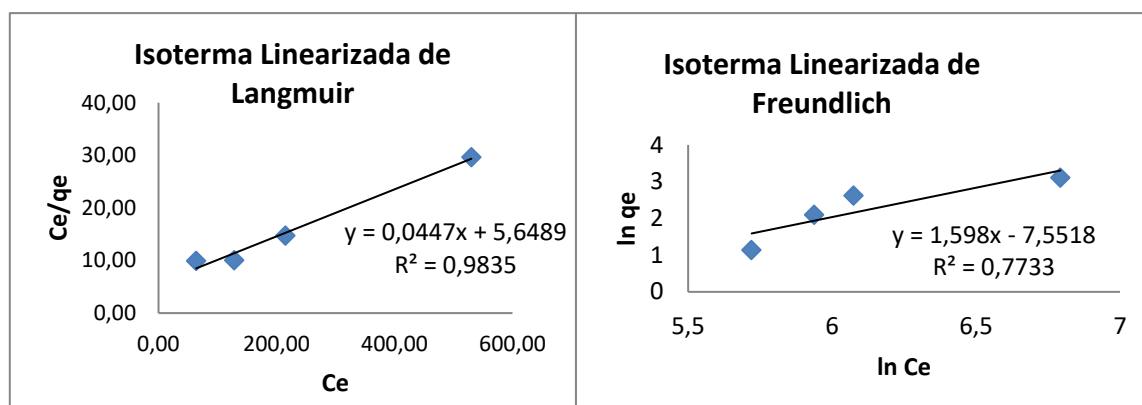
Fonte: A autora (2019)

A amostra A revelou que a equação de pseudo-segunda-ordem forneceu os melhores ajustes aos dados experimentais, tendo seu coeficiente de correlação igual a 0,9041. Pode-se dizer então que o controle do mecanismo de velocidade é a adsorção química. Este modelo considera que a etapa limitante do processo é a adsorção no sólido, envolvendo atrações eletrostáticas a partir da troca ou compartilhamento de elétrons entre o adsorvente e adsorvato.

De modo similar, tem-se a amostra B, que revelou que a equação de pseudo segunda-ordem forneceu os melhores ajustes dos dados experimentais e, obteve o coeficiente de correlação igual a 0,9733. Pode-se dizer então que o controle do mecanismo de velocidade é a adsorção química. Porém, ao observar a curva cinética de tingimento da amostra C, percebe-se que o comportamento difere das demais amostras, o que é esperado, considerando que o processo envolveu óleo no tingimento.

Com relação as isotermas, pode-se observar a Figura 6, que apresenta os resultados das amostras A e B.

Figura 6 – Isotermas das amostras A e B



Fonte: A autora (2019)

Como pode ser visto, o modelo ao qual o tingimento A se adequa, é o de modelo de Langmuir, que indica que corante e fibra interagem fortemente devido a polaridade oposta entre eles (SALEM, 2010). Corante tem afinidade específica e a fibra tem sítios limitados. Esta é uma isoterma normalmente adequada para tingimentos entre poliamida com corantes ácidos, por exemplo. No caso do corante reativo com fibra de algodão, ambos possuem a mesma polaridade, porém, a isoterma de Langmuir se justifica pela adição de sal ao processo.

Já o tingimento da amostra B indica o modelo de isoterma de Freundlich como o modelo mais favorável, embora com R2 indicando apenas 77% de correlação ao modelo, indicando que a interação entre corante e fibra é fraca, ou seja, ambos possuem mesma polaridade. As ligações entre eles são por pontes de hidrogênio e forças de Van der Waals, ou seja, corante e fibra apresentam caráter aniônico e não houve a adição de sal ao sistema

4.6 Ensaios de Solidez

Após realização dos ensaios de solidez, cada resultado foi avaliado na escala de cinza, que atribui notas às amostras. Os resultados das notas podem ser visualizados na Tabela 2.



Tabela 2 – Notas de Solidez

A mostra	Trans ferência de cor	Com paração com e sem lavação	F ricção a seco	I ricção a úmido
A	5	5	5	5
B	5	5	5	5

Fonte: A autora (2019)

As notas de solidez variam em uma escala de 1 a 5, com exceção apenas da solidez à luz, que varia de 1 a 8. Sendo assim, apresentaram resultados bastante satisfatórios, visto que atingiram a nota máxima, ou seja, o tingimento é efetivo e a cor não altera quando submetida à diferentes situações.

Tabela 3 - Resultados da análise solidez a alteração de cor por escala azul do teste de solidez à luz.

Amostra	Nota	Resultado
A	5	
B	5/6	

Fonte: A autora (2019)

De acordo com os resultados apresentados, vê-se que nem mesmo a amostra A, correspondente ao tingimento convencional, atinge nota máxima de solidez à luz, que é 8. Esse resultado indica que o corante utilizado nesse processo apresenta baixa solidez a luz, característica intrínseca ao corante, normalmente indicada nas fichas técnicas. Ao comparar as amostras, a amostra B atinge melhor resultado, com nota de 5/6, onde há a presença do óleo no tingimento.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo apresentou o processo de tingimento de algodão com corante reativo e teve como objetivo compará-lo com outras propostas que eliminassem o uso de sal, como a emulsão de óleo no tingimento. Os resultados indicaram que os métodos apresentam resultados positivos, porém ainda não podem substituir o método convencional.

Foi possível obter excelentes valores de solidez a transferência, lavagem e fricção, com notas altas entre 4/5 e 5, indicando que o método é promissor com relação à qualidade do tingimento. Quando foram avaliados os residuais de corante ao longo dos processos de tingimento, percebeu-se que o tingimento da amostra B continha pouca coloração, entretanto, os valores do espectro indicam o contrário, o que pode ser justificado pela turbidez promovida pela diferença de polaridade entre óleo e água, interferindo nos valores numéricos obtidos na análise. Por este motivo, obteve 84,94% de esgotamento, enquanto o tingimento convencional apresentou 94,96. Sugere-se então que para uma nova análise, inicialmente seja feita a leitura do comprimento de onda do corante com emulsão de óleo, para que todas as análises dos tingimentos envolvendo óleo pudessem se basear em um padrão, e para o tingimento sem óleo fosse utilizado o comprimento de onda do corante também sem óleo.

Com relação à cinética, ambas as amostras adequaram-se aos modelos de pseudo-segunda ordem, reforçando que o fenômeno que ocorre nos processos é a interação química, o que é afirmado pois o corante empregado foi o corante reativo. Já as isotermas apresentaram modelos variados nos 2 casos, indicando a influência do óleo no mecanismo de tingimento.

Por fim, o estudo atingiu resultados que incentivam a continuidade de pesquisa e análise de diferentes métodos de tingimento, para que se torne possível encontrar um meio sem sal com igual ou superior qualidade em relação ao convencional.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 105-B02:2019**: Solidez da cor à luz artificial: Ensaio da lâmpada de desbotamento de arco de xenônio. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 44 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 105- C06:2010**: Solidez da cor à lavagem doméstica e comercial. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 105- X12:2019**: Solidez da cor à fricção. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. 5 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: Informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. **Algodão no mundo**. 2018.

ASSOCIAÇÃO MATOGROSSENSE DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. **História do Algodão**. 2018

CLARK, Matthew. **Handbook of Textile and Industrial Dyeing**: Principles, processes and types of dyes. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011.

SALEM, Vidal. **Tingimento Têxtil**: Fibras, Conceitos e Tecnologias. São Paulo: Blucher: Golden Tecnologia, 2010.