



INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL - CENTRO
CURSO TÉCNICO EM MODELAGEM DO VESTUÁRIO

O TINGIMENTO DE TECIDO A PARTIR DA ÁGUA DO MAR

Jaraguá do Sul

2025

CAMILA SAMPAIO
ESTHEFANY MELISSA MENDES
HELOÍSA ANDRADE DE CARVALHO
IZABELA MORO
MARIA EDUARDA MICHELUZZI
NICOLLE KLITZKE

O TINGIMENTO DE TECIDO A PARTIR DA ÁGUA DO MAR

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” no curso de Modelagem do Vestuário do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus Jaraguá do Sul – Centro.

Orientador: Paulo Rodrigo Didoni Demitto

Coorientador: Giovani Pakuszewski

Coorientador: Ariela Porto

Jaraguá do Sul

2025

RESUMO

Nesse artigo é analisada a viabilidade do uso da água do mar como alternativa à água deionizada no processo de tingimento têxtil. A pesquisa foi motivada pela crescente preocupação ambiental com o consumo excessivo de água potável na indústria têxtil. Nesse projeto foram realizadas análises de amostras de tecidos tingidos utilizando água do mar coletada de uma praia, comparando-os com uma amostra padrão tingida com água deionizada.

Além disso, são feitas análises como as dos testes do espectrograma para avaliar as diferenças de cor entre os tecidos, além de uma análise de solidez à lavagem e escala de cinza. Os resultados indicaram que a água do mar influencia na fixação do corante, gerando variações perceptíveis na tonalidade final dos tecidos.

Embora existam alterações no resultado final, o uso da água do mar é viável para o tingimento, desde que haja controle sobre suas propriedades físico-químicas. O estudo sugere que a técnica pode ser explorada como uma solução sustentável para reduzir o uso de água potável no setor têxtil.

PALAVRAS-CHAVE

Tingimento, meia malha, água do mar.

ABSTRACT

In this article is analysed the viability of using seawater as an alternative of deionized water in the textile dyeing process. The research was motivated by the growing environment concern with the excessive consumption of freshwater in the textile industry. In this project an analysis was made about dyed fabric samples using seawater collected from the seaside, which was compared to a dyed standart sample with deionized water.

Furthermore, analysis were made such as the ones from the spectrogram experiments to evaluate the difference of color between the fabrics, in addition to a washing solidity analysis and greyscale. The results indicated that seawater influences dye fixation, causing noticeable variations in the final shade of the fabrics.

Although there are changes in the final result, the use of seawater is feasible for dyeing, provided that its physicochemical properties are controlled. The study suggests that the technique can be explored as a sustainable solution to reduce the use of drinking water in

the textile sector.

KEYWORDS

Dyeing, knitwork, seawater.

INTRODUÇÃO

A indústria têxtil utiliza grandes quantidades de água para o processo de tingimento de tecidos. Estima-se que cerca de 15% de água tratada seja consumida no ramo da moda. Uma alta quantia de consumo, tendo em vista que a água doce é um recurso natural escasso no meio ambiente, sendo composta por apenas 0,3% de toda a água encontrada no planeta. (NASCIMENTO, 2004).

O uso do tingimento na indústria têxtil é muito comum para qualquer tipo de tecido e para que esse processo seja bem sucedido, é necessário a utilização da água tratada, contendo alguns reagentes auxiliares, dentre os quais o cloreto de sódio. Após breves pesquisas, constatou-se que existe a possibilidade de utilizar a água salgada(do mar) para o tingimento, contribuindo para a sustentabilidade do processo, pois a água salgada é abundante no planeta, em comparação com a água doce, que é majoritariamente utilizada no processo. Além disso, diminuiria-se o uso do sal, bastando apenas ajustar a sua concentração no banho de tingimento. Segundo Camelo (2011), a maioria das empresas têxteis não introduz a água do mar no tingimento de seus tecidos. Isso se deve a diversos fatores, sendo grande parte influenciada pelo custo da destilação, transporte e localização da fábrica em relação à fonte hídrica do mar. Contudo, a escassez crescente de água doce é um problema que deve ser priorizado a todo custo, pois antes da produção e manuseamento dos tecidos, a água tratada é um recurso vital, muito utilizado pela população, com consumo em crescimento exponencial.

O algodão é uma fibra têxtil muito utilizada desde os tempos antigos até atualmente, sendo amplamente utilizada para produção do tecido denominado “malha”. A fibra possui algumas características, por exemplo, é constituída em sua maior parte por celulose pura. Além disso, tem uma grande capacidade de absorção de água e há uma facilidade de tingimento, assim como de lavagem em meio aquoso (ARAÚJO; CASTRO, 1984).

Antes do tecido passar pelo tingimento, é realizado o processo de beneficiamento têxtil, assim preparando o tecido para as etapas seguintes. Esse processo ocorre em 3 partes, onde ao final o tecido estará completamente pronto para uso. Como diz Damasceno (2008), “O beneficiamento têxtil consiste em um conjunto de processos aplicados aos substratos têxteis objetivando transformá-los, a partir dos estados crus, em artigos brancos, tingidos, estampados e acabados.”

Tingimentos com corantes classificados como reativos são adequados para processos em fibras celulósicas (algodão, linho) e em fibras proteicas. Os corantes reativos são substâncias hidrossolúveis e coloridas (BANKS; SMART; TATLOW, [s.d] *apud* Ferreira, 2019, p. 36), que têm capacidade de formar ligações covalentes com as fibras, proporcionando boa solidez e brilho nos artigos, fazendo com que os corantes reativos sejam os mais utilizados mundialmente para o tingimento de fibras naturais (MATOS et al., 2013; SILVA, 2017).

A idéia central do estudo foi substituir a água tratada por água salgada(do mar) em processo de tingimento de tecido meia malha 100% algodão e posterior realização de testes de solidez para otimização do processo.

METODOLOGIA

Para realização da pesquisa foram utilizadas amostras de tecido meia malha 100% algodão, corante reativo vermelho rubi e efetuados quatro tingimentos. Primeiramente, utilizou-se a receita padrão, adaptada de Araújo e Castro (1984), com água deionizada. Na sequência, foi coletada água do mar (São Francisco do Sul, SC, BR), filtrada, analisada e utilizada para os próximos três tingimentos. Após os tingimentos, foram efetuados testes de solidez a lavagem utilizando a escala de cinza, nos artigos têxteis.

TINGIMENTO COM ÁGUA DEIONIZADA (PADRÃO)

A prática de pesquisa foi iniciada realizando um tingimento que faz uso da água doce deionizada como amostra padrão, para que posteriormente seja possível compará-la diante dos demais resultados. O primeiro processo foi realizado conforme receita apresentada no Quadro 1.

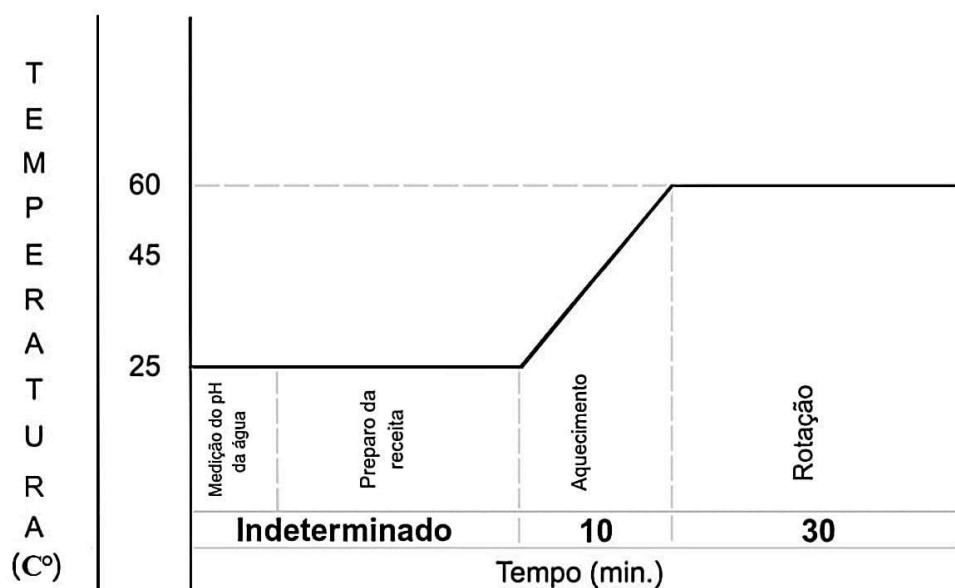
Quadro 1: quadro dos insumos utilizados nos tingimentos

INSUMOS	QUANTIDADES (em g/L ou ml/L)
Corante reativo vermelho rubi	0,4 g/L
Barrilha	1,5 g/L
Tecido Meia malha 100% algodão	10 g/L
Água	100 ml/L
Sal	6 g/L
Detergente	1 ml/L
Dispersante	1 ml/L

Os produtos foram dispersos em água, seguindo proporções relativas a 10 g de tecido de meia malha, o corante vermelho rubi foi utilizado na proporção de 4% (0,4 g dissolvido em 10 mL de água); em seguida, adicionou-se a barrilha, previamente dissolvida em 15 mL de água. O detergente e dispersante foram diluídos separadamente em dois beakers com 10 mL de água; também foi dissolvido 6 g de cloreto de sódio em 50 mL.

Em seguida, as soluções foram vertidas em um único becker, completando-se o volume com água até atingir os 100 mL. Então, a receita foi colocada num caneco, com posterior submersão do tecido. O caneco foi fechado e colocado na máquina HT-IR DYER, onde acontece o processo de tingimento, conforme apresentado no gráfico da Figura 1.

Figura 1: Gráfico do processo de tingimento com corante reativo



Fonte: (autoria do grupo)

O processo iniciou com uma rampa de aquecimento de 10 minutos até atingir 60 °C, mantendo essa temperatura por 30 minutos, com velocidade de rotação do “caneco” de 40 rpm. Com esse processo findado, o caneco foi retirado da máquina, e posto em água à temperatura ambiente para resfriamento, retirado tecido, enxaguado-o em água deionizada, neutralizado com solução de ácido cítrico e enxaguado novamente.

TINGIMENTOS COM ÁGUA SALGADA (DO MAR)

O segundo tingimento foi realizado com a água do mar, previamente filtrada, seguindo a receita e os procedimentos supracitados. O terceiro ensaio também foi feito com base na receita, porém duplicando a quantidade de detergente e dispersante, sendo 2 mL de cada reagente adicionados na receita. O quarto tingimento seguiu utilizando as mesmas medidas que o tingimento anterior, adicionando somente 3 g de cloreto de sódio, para que a concentração salina seja igual a utilizada no tingimento padrão.

ENSAIOS ANALÍTICOS COM A ÁGUA SALGADA

Como parte metodológica foram efetuadas análises físico-químicas da água salgada utilizada no processo de tingimento, conforme metodologias do Manual de Práticas de Laboratório de Química Analítica (ROSA; GAUTO; GONÇALVES, 2013), para posterior comparação dos processos em relação ao tingimento realizado com água deionizada.

Com a água do mar já filtrada, demos início aos processos de análise. Primeiramente, foi medida a quantidade de sólidos solúveis totais (SST) usando o refratômetro, que consiste em um processo que avaliava todos os sólidos solúveis presentes nas gotas de água do mar despejadas no equipamento. Para medir o pH da água salgada utilizou-se o medidor de pH (ou pHmetro), e para o pH da água deionizada, foi utilizado papel indicador universal.

As duas últimas análises realizadas foram feitas utilizando do método de volumetria de precipitação (método Mohr), determinando a concentração de Cloreto e volumetria de complexação para descobrir a dureza da água, na forma de carbonato de cálcio (CaCO_3).

ENSAIOS DE SOLIDEZ

Por último, também foram conduzidos testes de solidez à lavagem simulando uma situação cotidiana, sendo avaliação por escala cinza e avaliação da intensidade de cor com o espectrograma em todas as amostras tingidas, a fim de validar a qualidade do tingimento.

Iniciou-se o processo cortando uma pequena amostra de todos os tecidos tingidos, costurando-os separadamente à amostras de meia malha branca, denominadas de “tecidos de prova”. As amostras foram identificadas por cortes específicos para evitar erros.

Após isso, preparou-se a solução em que os tecidos seriam lavados, composta da mistura de 1 L de água deionizada, 1 g de detergente e 1 g barrilha, misturando até que ambos estivessem completamente dissolvidos. Com isso, as 4 amostras foram cuidadosamente inseridas em canecos para cada amostra, preenchidos com 250 mL da solução preparada, fechando e dispendo-os na mesma máquina usada para realizar o tingimento, ficando lá por 30 minutos a uma temperatura de 60 ° C.

Com o encerramento do tempo de lavagem, os canecos foram retirados e abertos, e consecutivo à isso realizou-se o processo de enxágue das amostras em água deionizada para remover os excessos dos produtos utilizados. Por fim, secamos as amostras e cortamos seus tamanhos igualmente para facilitar a comparação.

ESCALA DE CINZA

Para avaliar a quantidade de transfusão de pigmento das amostras lavadas para os tecidos de prova, foi utilizado o método da escala de cinza, para efetuar as comparações a partir de uma tabela com tonalidade em cinza, que aponta o desbotamento ou manchamento do tecido.

Figura 2: Imagem de uma Escala de Cinza de 1 a 5 notas.



Fonte: COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE – CIE. Colorimetry – Part 4: CIE 1976 L*a*b* Colour Space (CIE DS 014-4.3/E:2007). Vienna: CIE Central Bureau, 2007. 8 p. (Draft Standard).

Para tal, os tecidos de prova (que foram lavados com os tecidos tingidos) foram posicionados separadamente, ao lado de diversos tons de preto e branco, onde cada espectrograma representa um valor específico na escala de cinza, sendo 1 muita transferência de cor do tecido tingido para o tecido de prova e 5 pouca transferência. Com o auxílio da câmera do celular com um filtro preto e branco, foram identificados os tons que mais se assemelhavam e atribuídos valores determinados para as respectivas amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA SALGADA

Para medir o pH da água deionizada, usada como padrão de comparação, foi utilizado papel indicador universal, cujo valor apontou para aproximadamente pH 6. Já em relação ao

pH da água salgada, foi feito uso do medidor de pH (ou pHmetro), e o valor medido foi pH 6,42, próximo do valor da água deionizada.

Na água salgada, existe um teor de sólidos solúveis totais de 4,3%, dos quais 3,3% são apenas cloreto de sódio e 0,67% de carbonato de cálcio(dureza). Suspeita-se que esta dureza é o principal fator que prejudique a fixação do corante no tecido, tendo em vista que o excesso de cálcio e magnésio bloqueia a ação de reagentes auxiliares como o detergente e o dispersante, podendo inclusive interferir na ação do corante reativo, impedindo que as ligações desejadas ocorram. Segundo Salem “A presença de íons de Ca^{2+} ou Mg^{2+} causa efeitos prejudiciais em muitos processos de beneficiamento, provocando manchas ou depósitos no substrato (SALEM, p.266, 2010).

ANÁLISES DOS TINGIMENTOS COM ÁGUA SALGADA

O primeiro tingimento foi realizado apenas para obter parâmetro de comparação dos processos de tingimento com água salgada em relação ao tingimento padrão com água deionizada. No segundo, foi utilizado apenas água do mar filtrada com filtro de papel comum, e ao realizar este processo foi possível notar uma mudança de textura ao misturar a barrilha à água salgada se comparado ao primeiro tingimento. A dispersão ficou com aspecto gelatinoso, típico de dispersão coloidal e ao fim do processo foi possível observar que a amostra de tecido tingida apresentava manchas brancas(na região de dobra do tecido) e a coloração menos intensa. Esse comportamento da dispersão foi atribuído à dureza da água do mar, conforme testes analíticos realizados previamente com a água salgada.

Para o terceiro tingimento, as quantidades de dispersante e detergente foram duplicadas em uma tentativa de corrigir as manchas do tingimento anterior. Assim como no tingimento anterior, ao misturar a barrilha com a água salgada a solução ficou com aspecto gelatinoso, contudo, ao final desse tingimento o tecido não apresentou as mesmas manchas e exibiu uma cor ainda mais intensa que no tingimento padrão. Esse resultado permite levantar a hipótese da interferência dos íons cálcio e magnésio na ação dos auxiliares.

O quarto tingimento foi preparado com a correção da concentração de cloreto de sódio, de forma a igualar as quantidades de sal com um tingimento padrão, conforme resultado de análise prévia. O ensaio resultou num tingimento também sem manchas e cor intensa em relação ao padrão e ao terceiro tingimento.

Comparando o terceiro e quarto tingimentos com o tingimento padrão, concluí-se que nos últimos tingimentos a intensidade da cor é maior. O que difere ambos do padrão é a

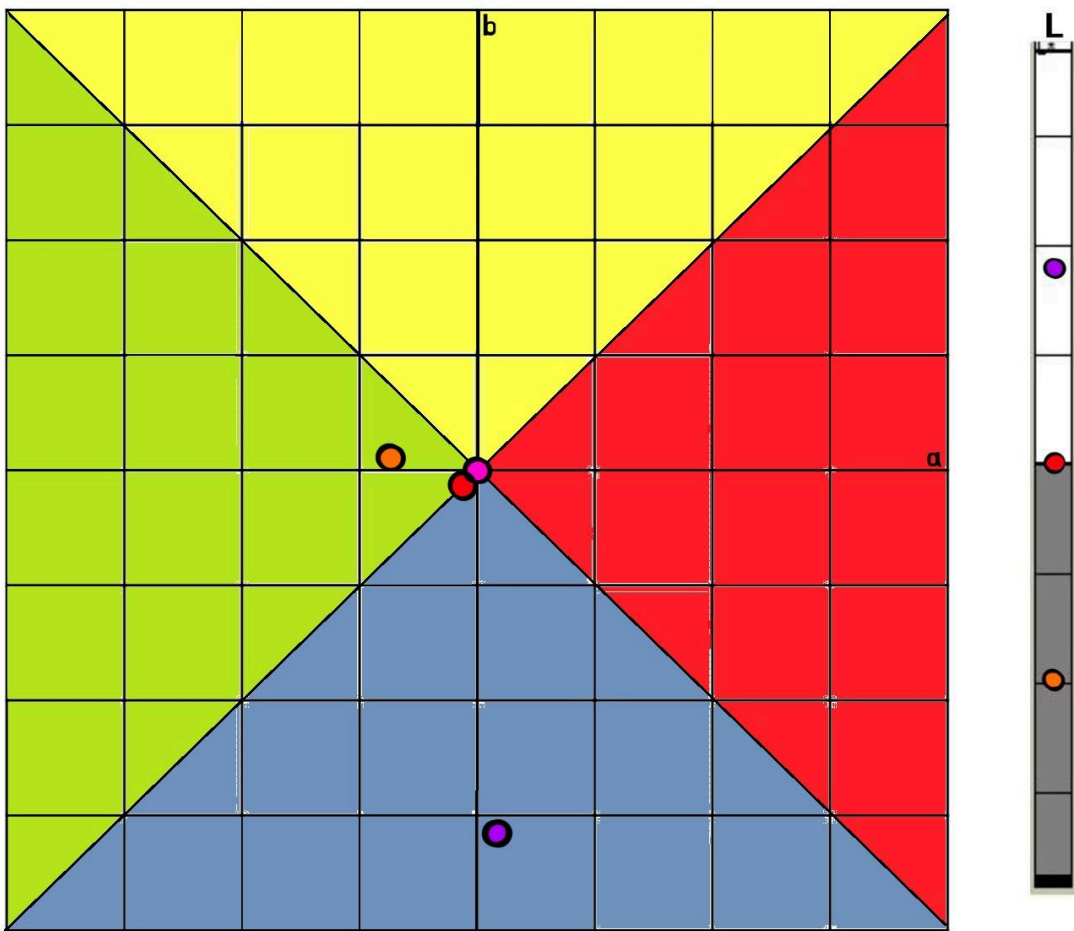
presença de mais detergente e dispersante; portanto é possível concluir que essas quantidades de reagentes auxiliares (detergente e dispersante) auxiliam na melhora da intensidade da cor.

ANÁLISE DOS ESPECTROGRAMAS

A análise dos espectrogramas foi utilizada para avaliar a variação de cor entre as amostras tingidas com água do mar e a amostra padrão. Essa análise é essencial no controle de qualidade, pois avalia a uniformidade no processo de tingimento.

O gráfico colorido (Figura 3) possui duas escalas para medir a variação de cores: a, que representa as tonalidades em vermelho (positivo) e verde (negativo); b, que representa as tonalidades em amarelo (positivo) e azul (negativo). Além disso, a escala lateral (Figura 3), denominada L, serve para medir a luminosidade da cor do tingimento (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE, p.8, 2007).

Figura 3 (gráfico colorido denominado b na vertical e a horizontal; escala em preto e branco denominada



Legenda:

- Ponto rosa: tingimento padrão
- Ponto laranja: tingimento com água do mar filtrada
- Ponto roxo: tingimento com água do mar (duplicando auxiliares)
- Ponto vermelho: tingimento com água do mar receita, com correção de NaCl

Na imagem (figura 3), gerada pelo espectrofotômetro, é possível observar a cor predominante em cada amostra de tecido tingido. O ponto rosa (tingimento padrão) está localizado no centro do espectrograma, isso nos mostra que nenhuma cor está se sobressaindo sobre outra, condição necessária para a qualidade dos artigos têxteis tingidos.

Diferente do tingimento padrão, o tingimento 2, com água do mar (ponto laranja), possui predominância nas cores verde e amarelo (o que caracteriza o tingimento com uma cor mais quente). Além disso, sua cor está mais deslocada para a cor preta, na escala L, significando que possui baixa luminosidade.

Já no tingimento realizado em água do mar com o dobro dos auxiliares (detergente e dispersante), ocorreu predominância nas cores vermelho e azul, conforme localização do ponto roxo no espectrograma. Já a sua cor mais deslocada para o branco na escala L indica que o artigo possui coloração com tons mais frios.


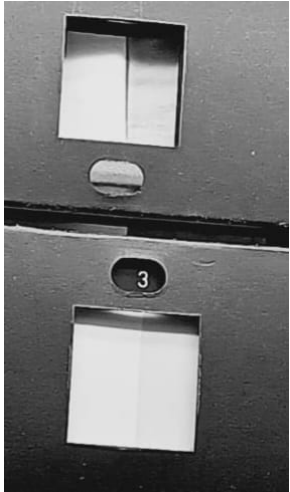
O último teste realizado, ajustando a concentração de cloreto de sódio na receita, não obteve resultados com tantas irregularidades quanto os tingimentos anteriores (ponto vermelho no espectrograma próximo do padrão). Os tons de verde e azul tiveram leve predominância, e a luminosidade não se deslocou para a parte branca ou preta da escala L. Portanto, é possível concluir, que o tingimento com melhor resultado foi o quarto, corrigindo apenas a concentração de cloreto de sódio, não sendo necessário alterar as concentrações dos demais auxiliares.

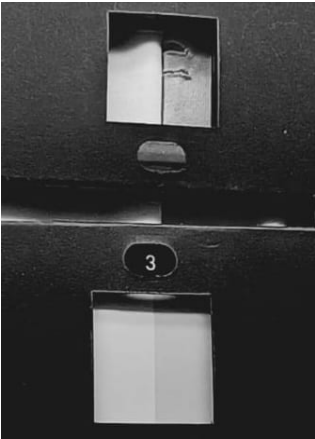
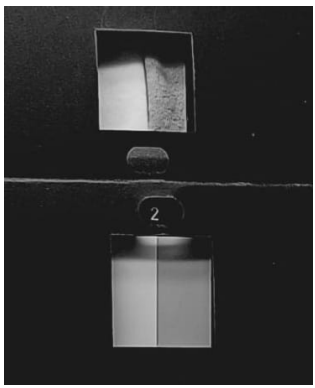
TESTES DE SOLIDEZ À LAVAÇÃO

No Quadro 2 estão apresentados os resultados dos testes com a utilização da escala cinza, cujo fundamento se baseia nos algarismos de 1-5 e, quanto menor o número, maior foi a transferência de cor do tecido tingido para o tecido de prova. O grau de transferência indica que não houve uma solidez suficiente para impedir a migração da cor e portanto, o tecido não

possui resistência adequada ao desbotamento. Mais especificamente sobre os valores que foram obtidos em nossas análises, a nota 5 representa uma boa solidez, a 3 sugere um valor dentro dos padrões têxteis e 1 representa baixa solidez.

Quadro 2: quadro sobre as amostras em escala de cinza.

Amostra	Foto da comparação com a escala de cinza	Nota
1		3,5
2		3

3		3
4		2

Após observar o quadro é possível perceber que, apesar das duas últimas amostras tingidas mostrarem um melhor desempenho no teste de intensidade de cor, acontece o oposto no teste de solidez.

A amostra padrão possui a nota de 3,5. Porém, mesmo sendo a nota mais elevada entre os testes (ainda sendo aceita dentro dos parâmetros do teste) pode ser considerada uma nota consideravelmente baixa para uma amostra padrão. Isso pode ter ocorrido em decorrência do processo de fixação após o tingimento ou uma lavagem insuficiente após tingimento insuficiente, não retirando completamente o corante em excesso no tecido tingido. (SALEM, 2010). Nos processos de tingimentos realizados, foi utilizado quantidades de corante maiores que o indicado pela literatura.

Contudo, os tingimentos 2 e 3 obtiveram a mesma nota, ao passo que o tingimento 4 obteve a pior nota. Aparentemente, os resultados indicam que as alterações nas concentrações do detergente e do dispersante não interferem na solidez, mas a correção na concentração de cloreto de sódio provocou a diminuição na solidez. Quando comparados os resultados com os obtidos em outro projeto de pesquisa, verifica-se que os resultados indicam que o tingimento mais bem sucedido não foi feito totalmente a partir da água do mar, segundo (FERREIRA,

2019). O tingimento utilizando apenas água salgada não apresentou bons resultados, sendo necessário misturar água deionizada e água salgada em partes iguais para um resultado satisfatório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ensaios realizados com os tecidos tingidos, utilizando água do mar indicam que, com algumas mudanças na receita, o tingimento com água do mar pode se tornar viável. Entretanto, as amostras tingidas nas condições que fornecemos apresentaram menor resistência à lavagem, resultando em uma maior transferência do corante para a malha branca. Também vale notar que tais alterações no processo de tingimento requerem uma maior quantidade de insumos químicos, mas em contrapartida utilizam cerca de 50% menos cloreto de sódio, já presente na água do mar. Ademais, destaca-se a possibilidade de melhora na sustentabilidade no processo de tingimento de tecidos e a diminuição dos custos no tratamento de água nas indústrias têxteis.

REFERÊNCIAS

ALQUIMIA PRODUTOS QUÍMICOS. Tingimento de tecido. Disponível em: https://www.alquimiaprodutosquimicos.com.br/tingimento-de-tecido/?utm_source=organico. Acesso em: 02 dez 2024.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE – CIE. Colorimetry – Part 4. Vienna: CIE Central Bureau, 2007. 8 p. (Draft Standard). Disponível em: <https://www.unife.it/scienze/astro-fisica/insegnamenti/ottica-applicata/materiale-didattico/colorimetria/CIE%20DS%20014-4.3.pdf>. Acesso em 20 jun 2025.

Concentrate Professional Art Material Shop. Disponível em: <https://cpartshop.com/products.php?product=AATCC%E6%B2%BE%E8%89%B2%E7%81%B0%E5%8D%A1-%E5%9C%8B%E9%9A%9B%E6%A0%87%E6%BA%96-ISO-105%7B47%7DA03-> 2025. Acesso em: 11 jun 2025.

ARAÚJO, Mário de; CASTRO, Ernesto Manuel de Melo e. **Manual de Engenharia Têxtil - Volume I.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984. 694 p. Acesso em: 18 dec 2024.

DAMASCENO, Odilane Inácio de Carvalho. **REMOÇÃO DE CORANTES EM SOLUÇÃO AQUOSA E EFLUENTES DE INDÚSTRIAS TÊXTEIS ATRAVÉS DE ADSORÇÃO EM CABELO HUMANO,** Viçosa. Disponível em: <https://locus.ufv.br/items/9177eb83-07a5-42c4-b174-5da847d53f9e>. Acesso em: 15 dec 2024.

FERREIRA, Iêda Letícia de Souza. **Tingimento de tecido de algodão com corantes reativos utilizando água do mar.** 2019. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Têxtil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/27057>. Acesso em: 20 set 2024.

NASCIMENTO, J.F., 2004. **Avaliação de membranas de osmose inversa no tratamento de águas de purga de torres de refrigeração de indústria petrolífera com finalidade de reúso.** Dissertação de mestrado, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense. Citado em: CAMELO, Carlos Antônio Martins Gonçalves. **Reutilização de águas de tingimento através da nanofiltração.** Tese de Mestrado em Engenharia Química. Instituto Superior de Engenharia do Porto. 148 pp. Acesso em: 10 out 2024.

ROSA, Gilber; GAUTO, Marcelo; GONÇALVES, Fábio. **Química analítica: práticas de laboratório.** Porto Alegre: Bookman, 2013. Capítulos 5 e 6, 128 p. Acesso em: 10 mar 2025.

SALEM, Vidal. **Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologias,** São Paulo, 2010. Disponível em: https://storage.blucher.com.br/book/pdf_preview/9788521205555-amostra.pdf. Acesso em: 10 out 2024.