Uso de água do mar em tingimento têxtil para efeito de lavanderia: Uma alternativa prática e sustentável.

Iêda Letícia de S. Ferreira¹, Aline G. Freire², Fernando Ribeiro Oliveira³, Fernanda Steffens⁴

^{1,2} Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-graduação em Engenharia Têxtil,
iedaleticiasf@hotmail.com, alinefreire2@gmail.com

^{3,4} Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharias Campus Blumenau,
oliveira.fernando@ufsc.br, fernanda.steffens@ufsc.br

Resumo. A cadeia produtiva têxtil possui vários setores e cada um deles é de extrema importância para a qualidade final dos produtos. Cada área têxtil demanda em seus processos elevados volumes hídricos e os principais responsáveis por tal demanda são os beneficiamentos químicos. Em contrapartida a este elevado consumo, existe uma evidente crise dos recursos hídricos a nível nacional e mundial. Dentre os processos de beneficiamentos, o processo de lavanderia é um acabamento estético, que é dado ao tecido (comumente realizado no denim) para aumentar o valor agregado do produto. São conferidos vários efeitos visuais de variação e desbotamento da cor, que criam uma aparência exclusiva. O corante da superfície dos tecidos é alterado e/ou retirado por vários métodos de lavagem, métodos que muitas vezes não são sustentáveis. Tendo em vista o elevado gasto de água doce na área têxtil e o número de processos que são necessários para dar efeitos diferenciados de lavanderia à produtos do vestuário, este trabalho teve como objetivo analisar a possibilidade de utilizar água do mar no processo de tingimento têxtil com corante reativo. Além disso, proporcionar através do tingimento um efeito de processo de lavanderia comercialmente chamado “marmorizado” em tecidos 100% algodão. Foram realizados tingimentos utilizando água do mar como solvente, aproveitando o sal proveniente da própria água como eletrólito do processo. Para avaliar a qualidade do tingimento foram analisados os parâmetros de solidez à lavagem, resistência à tração e alongamento. Como resultado foi obtido uma aparência de tecido “marmorizado” apenas com o processo de tingimento, com um índice médio de solidez à lavagem, e propriedades mecânicas boas. Logo, apenas com um processo, utilizando um solvente abundante no mundo (água do mar) e reduzindo uso de um produto químico, foi conseguido um efeito de design diferenciado ao produto têxtil de maneira mais sustentável.

Palavras-Chaves. Tingimento têxtil; Água do Mar; Lavanderia; Marmorizado; Algodão.

1 Introdução

Na atualidade uma das maiores preocupações em todo o mundo é o uso adequado dos recursos hídricos disponíveis no planeta Terra. Discutir a respeito da importância da água para a sobrevivência e desenvolvimento humano é necessário e de extrema urgência. Afinal, direta ou indiretamente todas as atividades humanas são dependentes do uso de água. É possível citar a essencialidade deste recurso natural desde o consumo direto, sobrevivência biológica de espécies, até seus usos industriais, comerciais e para agricultura (JACOBI; GRANDISOLI, 2017). O Brasil é um país privilegiado quanto aos recursos hídricos, possui 12% da água doce do planeta, porém essa água doce não se encontra uniformemente distribuída no território nacional (AUGUSTO et al., 2012).

Apesar do planeta em que vivemos chamar-se Terra, sua superfície é coberta em maioria por água. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), aproximadamente 97,5% de toda a água do globo terrestre é salgada. Ou seja, a maior parte do volume hídrico disponível no mundo é a água contida nos mares. A água do mar é uma solução com uma fase e dois componentes: água pura e um conjunto de sais dissolvidos (VALÉRIO; VILAS, 2013). Considerando a abundância de água salgada e que há uma quantidade mínima de água doce disponível no Brasil e no mundo, se faz necessário otimizar o uso de água salgada em todas as esferas sociais. E buscar alternativas sustentáveis de processos que reduzam o gasto hídrico, ou que utilizem fontes de águas ainda pouco utilizadas para aplicações industriais, por exemplo. Em outros termos, se faz necessário utilizar de maneira mais “nobre” e rentável um recurso abundante na nossa natureza, a água marinha.

Um elevado volume de água é desprendido para o abastecimento de praticamente todas as classes industriais. Uma destas classes, que possui grande influência para os recursos hídricos é a cadeia têxtil. Porém, por se tratar da área têxtil é necessário abranger várias esferas sociais, produtivas e econômicas, ou seja, é preciso ser multidisciplinar (BERLIN, 2014). Os produtos têxteis envolvem em seu desenvolvimento, vertentes de agricultura, engenharia, tecnologia, química, design e gestão. Com isso é extremamente importante pensar na sustentabilidade para um setor produtivo tão intenso. Entretanto, é fundamental associar aspectos sustentáveis ao desenvolvimento na área têxtil de maneira global e não utilizar a bandeira de “ecologicamente correto” apenas como marketing e/ou apelo comercial e consumista (LEITE et al., 2013).

O processo de sustentabilidade em produtos de moda ganha força a partir do momento em que é entendido todo o ciclo de vida dos mesmos, desde a concepção do design até o descarte. Baseado em estratégias como as do ciclo ecodesign Okala, onde são exploradas as inovações de processos e produtos, a redução de materiais que impactam no meio ambiente, a fabricação limpa, a otimização dos processos de distribuição como a redução dos impactos das embalagens, redução dos impactos na utilização dos produtos, aumento da longevidade e a otimização e valorização do fim da vida útil do produto (OKALA, 2013).

Dentro dos vários setores da cadeia têxtil para o desenvolvimento de produtos de moda, os processos de beneficiamentos químicos possuem os maiores impactos ambientais influenciando diretamente na sustentabilidade dos produtos (FERREIRA; KELLER; SILVA, 2009). Em contrapartida, também é o setor que proporciona efeitos que darão ao produto final maior beleza, estética e proporcionam maior valor agregado. Dentre os beneficiamentos, os processos de tingimento, estamparia e lavagens geram aos produtos propriedades como cor, brilho, imagens e texturas. As cores aplicadas aos têxteis além de estarem relacionadas ao design das peças, também influenciam as pessoas fisiologicamente e psicologicamente. As cores causam sensações como alegria, tristeza ou calor e frio, e impactam diretamente nas escolhas de compra dos consumidores (FARINA; PEREZ; BASTOS, 2006).

Além dos processos de tingimento e estamparia, na indústria têxtil existem outros processos para dar um visual diferenciado aos produtos, por exemplo, os inúmeros processos de lavanderia. O processo de lavanderia é um conjunto de operações que conferem aos tecidos e/ou malhas efeitos e acabamentos diferentes com intuito de obter peças com design exclusivo, aumentando ainda mais o valor agregado do produto de moda (KAN, 2015). Comumente os processos de lavanderia são feitos após o tingimento do tecido e, novamente, são utilizadas muitas substâncias químicas altamente poluentes e grandes quantidades de água. A exclusividade dada aos produtos por meios dos processos de lavanderia também impactam diretamente no ciclo de vida dos produtos.

Dependendo do design criado, a mesma peça pode passar por dois ou três processos diferentes, aumentando ainda mais o volume de água doce utilizada por peça e consequentemente aumentando o volume de efluentes gerados (CHOUDHURY, 2017). Em outras palavras, tradicionalmente para se obter uma peça com efeito de lavanderia, o produto passará por inúmeros processos. Como exemplo a sequência de: tingimento, confecção da peça e lavanderia. Ou seja, é colocada a cor no tecido, e depois é “retirada” para dar o efeito diferenciado da lavagem.

As opções de acabamento na lavanderia são diversas. Entre elas a estonagem, *delavè*, *dirty wash*, *acid wash*, *destroyed*, efeito resinado, jato de areia, jato de permanganato de potássio, laser, lixado, *tie-dye*, *used wash* e o marmorizado. O último efeito mencionado, o marmorizado se trata do processo de oxidação da peça usando materiais como pedras, tampas metálicas de garrafas, rolas juntamente com descolorantes químicos, como cloro ou permanganato. O efeito é de envelhecimento uniforme com desbote esbranquiçado em tecidos planos e malhas (KAN, 2015).

O processo de concepção destes tipos de produtos de moda passa por uma série de operações, muitas vezes desconhecidas por consumidores e estilistas. Nas empresas, os estilistas devem ser os grandes responsáveis por criar produtos de moda que não impactem negativamente o meio ambiente, levando em consideração o ciclo de vida completo do produto.

Assim, diante da escassez de água doce, do uso de grande quantidade de substâncias químicas nos processos beneficiamentos e customização de artigos têxteis e da busca por técnicas inovadoras no mercado e necessidade de diferenciação dos produtos de moda, o presente trabalho tem como objetivo geral propor um novo processo para obtenção do efeito marmorizado em tecidos 100% algodão, especificamente, utilizando a água do mar como solvente no tingimento com corante reativo proporcionando um design exclusivo aos produtos de moda, de maneira consideravelmente “mais” sustentável do que é comumente realizado atualmente.

2 Materiais e métodos

2.1 Matéria-prima

Para o estudo foi utilizado um tecido 100% algodão PT (pronto para tingir). Estrutura tafetá, gramatura média de 98,5 g/m² (Figura 1).

Figura 1 - Imagem do tecido PT utilizado para o trabalho.

Fonte: Autor (2018).

2.2 Tingimento

Os tingimentos foram realizados no equipamento modelo WT- B da marca Mathis®. O processo foi realizado em rotação constante no equipamento e com aumento de temperatura.

A classe de corantes escolhida para o trabalho foi a dos reativos. Geralmente no tingimento de fibras celulósicas com corantes reativos é necessário utilizar alguns produtos químicos auxiliares. Os mais usuais são, o sal cloreto de sódio (NaCl), carbonato de sódio (Na₂CO₃), também conhecido como barrilha e o hidróxido de sódio (NaOH).

Os compostos químicos citados acima auxiliam na alcalinidade da solução corante, ajudando na ligação química da molécula do corante com as fibras. Porém, como o solvente utilizado para produzir solução de tingimento neste trabalho foi a água do mar (proveniente da Via Costeira de Natal/RN), e esta já possui em sua composição natural certa quantidade de sais. Optou-se por utilizar apenas o sal contido na própria água do mar.

A solução de tingimento foi produzida apenas com água do mar, corante e hidróxido de sódio (NaOH). Assim, houve a economia do cloreto de sódio, consequentemente reduzindo a quantidade de produtos adicionados no processo e também reduzindo a carga química no efluente. Com esta formulação desejou-se obter o efeito de marmorizado por constatar em estudos prévios que os compostos químicos de cálcio e magnésio causam ao tingimento um efeito de manchas. Como o efeito de lavanderia desejado também possui aspecto de manchamento, desenvolveu-se a receita com esse foco.

O corante utilizado foi o reativo bifuncional na cor azul, Marinho BG-SB (Golden Technology®). Os tingimentos foram realizados com concentração de corante a 2,0% sobre o peso do material (%s.p.m.). A relação de banho utilizada foi de 1:50. Na formulação incluiu-se NaOH na concentração de 40 g/L. Após o processo de tingimento, realizou-se uma lavagem com detergente não-iônico Spanscour Spark – Grupo ADI Tanachem para a retirada do corante não fixado às fibras.

2.3 Técnicas de caracterizações

Para caracterizar o solvente utilizado foram realizadas análises de pH, salinidade e condutividade elétrica. E para os tingimentos foram utilizadas as seguintes técnicas:

- **Solidez à lavagem:** A fim de avaliar a qualidade da fixação da cor nos tecidos tingidos. O

ensaio de solidez à lavagem doméstica e comercial foi realizado na máquina modelo WT-B da Mathis® de acordo com as normas técnicas internacionais ISO 105-C01 a C06, NBR 10597/1988 ABNT, utilizando uma solução de 4g/L de sabão em pó com 10 esferas de aço à uma temperatura de 60°C por 30 minutos.

- **Resistência à tração:** Este ensaio foi realizado para verificar se o processo prejudicaria as propriedades mecânicas do tecido, quanto à resistência e alongamento. Este ensaio foi realizado em dinamômetro TENSOLAB 3000 da Mesdan®, seguindo a norma ASTM D 5034, em condições ambientais de 22°C ±1 e 65% ±2 de umidade relativa.

3 Resultados e discussões

3.1 Água do mar

A água do mar utilizada foi caracterizada quanto aos parâmetros de pH, salinidade e condutividade elétrica. Com o intuito de ter um padrão comparativo, as mesmas análises foram realizadas em água destilada e os valores obtidos foram comparados. Essa comparação foi realizada, pois a água destilada pode ser considerada um solvente “ideal” para os processos de tingimentos têxteis tradicionais. Os resultados estão descritos no quadro 1:

Quadro 1 - Parâmetros obtidos nas análises da água do mar e da água destilada.

Parâmetros	Água do mar (Via Costeira)	Água destilada
pH	7,00	7,36
Salinidade, ‰	37,80	0,00
Condutividade elétrica, $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C	56.700,00	1,20

Fonte: Autor (2018).

Através dos resultados da análise das águas foi possível constatar que o pH da água do mar e da água destilada diferem pouco. Entretanto, é notória a diferença dos valores de salinidade e condutividade elétrica. Esta diferença exorbitante era esperada, pelo fato da água do mar conter uma quantidade de sais dissolvidos em sua composição natural. E esses sais foram essenciais para o processo de tingimento, já que não foi adicionado nenhum outro composto salino como eletrólito no processo.

3.2 Efeito do tingimento

Antes de realizar a parte experimental do trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica. A aplicação de água do mar em tingimentos com corantes reativos em tecidos de algodão foi previamente analisada. Através da literatura foi possível observar que a água do mar em composição natural possui inúmeros sais que são positivos e negativos ao uso em tingimentos têxteis, dentre eles principalmente cloreto, sódio, cálcio e magnésio (FERREIRA; OLIVEIRA; STEFFENS, 2018). A amostra tingida neste trabalho apresentou o resultado visual observado na figura 2 a seguir:

Figura 2- Imagem da amostra tingida com corante reativo e água do mar. Efeito marmorizado.

Fonte: Autor (2018).

Ao avaliar a amostra tingida foi possível observar que a capacidade tintorial do tecido de algodão com o corante não foi elevada. Entretanto, este ponto que seria negativo a um tingimento convencional, resultou no efeito de marmorizado desejado ao material. As manchas mais escuras distribuídas não uniformemente em toda a área da amostra também potencializam a impressão do efeito de lavanderia.

Um dos pontos positivos dos resultados deste trabalho é que o efeito de marmorizado só é conseguido tradicionalmente após dois processos. Inicialmente é realizado um processo de tingimento e após a confecção da peça é realizado o processo de lavagem para obter-se o efeito de “manchas” do marmorizado. E com esta pesquisa foi obtido o design do processo de lavanderia, apenas com um processo, apenas o tingimento, reduzindo assim a necessidade de uma lavagem.

O design resultante no tecido tingido com água do mar e NaOH, difere completamente de um tingimento convencional, onde visa-se prioritariamente intensidade de cor e uniformidade. Podemos observar claramente o efeito do tingimento na Figura 3.

Figura 3 – Imagem comparativa entre os dois efeitos marmorizado (a) amostra tingida neste trabalho e (b) calça jeans com efeito marmorizado tradicional.

Fonte: Autor (2018); Hering (s.d.).

Como mencionado anteriormente, neste caso apenas o processo de tingimento apresentou efeito visual que normalmente só é obtido com dois processos (tintura e lavagem).

3.3 Solidez à lavagem

Além do efeito diferenciado do tingimento, é importante que materiais têxteis possuam como um dos principais padrões de qualidade um bom índice de solidez à lavagem.

De acordo com o ensaio de solidez realizado, a amostra obteve índice 3 na escala cinza. Este valor é considerado um índice médio, o ideal seriam índices iguais ou superiores a 4. Entretanto, este aspecto pode ser melhorado com o uso de um agente fixante ou uso de um carrier no processo. Mas, como o objetivo do trabalho de fato era usar a menor quantidade de agentes químicos possíveis, este resultado pode ser avaliado como positivo.

Na Figura 4 é possível observar a diferença das amostras pré e pós ensaio de solidez à lavagem.

Figura 4 – Imagem comparativa entre as amostras (a) tingida e (b) após do ensaio de solidez a lavagem.

3.4 Resistência à tração

A resistência mecânica é uma propriedade importante de substratos têxteis, tendo em vista que peças de vestuário sofrem diversos esforços mecânicos no seu uso. Para analisar tal propriedade foi realizado ensaio de tração nas amostras antes e após tingimentos em ambas as direções do tecido (urdume e trama). O ensaio foi realizado de acordo com a norma ASTM D 5034 (até haver o rasgo das amostras). Os resultados estão apresentados nos gráficos 1 e 2:

Gráfico 2– Resistência em Newton (N) no sentido da trama e urdume das amostras tingidas e das amostras do tecido PT.

Gráfico 1– Alongamento (%) no sentido da trama e urdume das amostras tingidas e das amostras do tecido.

Autor (2018)

Com os resultados do ensaio a tração, foi notória que as propriedades mecânicas das amostras tingidas não foram prejudicadas pelo processo de tingimento. Os resultados quanto à resistência indicam melhores propriedades que o tecido PT. E analisando o alongamento, os resultados não indicam nenhuma característica que inviabilize o processo.

4 Conclusões

Através da avaliação da possibilidade do uso da água do mar em beneficiamentos têxteis visando um efeito diferenciado de lavanderia foi possível concluir que a água do mar tem potencial aplicação nos processos. O resultado quanto ao efeito visual do tingimento de fato remeteu ao processo conhecido como marmorizado. E o design de lavagem foi conseguido realizando apenas um processo de tingimento. Desing diferente, bonito, comercialmente atrativo e realizado com redução de insumos e processos.

Os resultados que caracterizam a qualidade do tingimento indicaram um resultado bom. Mas, que pode ser melhorado através de estudos que proporcionem maior fixação para o corante, assim elevando o nível de solidez do tingimento. Quanto aos aspectos de resistência mecânica os valores obtidos foram muito bons, comprovando que o substrato têxtil não perdeu propriedades mecânicas com o uso da água do mar em seu processamento. Em outras palavras, é possível concluir que o processo realizado não “enfraqueceu” o substrato tingido.

De maneira direta, foi concluído que utilizar a água do mar visando um design diferenciado e auxiliando na sustentabilidade dos processos na indústria têxtil é uma alternativa inovadora e com elevado potencial de desenvolvimento e aplicações. Como também foi pensado dar um uso mais nobre à água marinha, e reduzir o enorme gasto hídrico da indústria têxtil.

A sustentabilidade é uma vertente direta deste trabalho, pelo fato de utilizar um recurso em abundância no mundo. Apesar de ser claro que existem outros problemas a serem analisados e colocados em pauta, para de fato tornar os tingimentos têxteis processos completamente sustentáveis. Assim como é importante analisar a cadeia produtiva inteira, e utilizar ferramentas como o ciclo ecodesign Okala visando englobar todas as etapas de desenvolvimento, produção, uso e descarte dos produtos.

De forma geral, o objetivo deste trabalho foi alcançado de maneira satisfatória. E com toda a pesquisa bibliográfica em conjunto com a parte experimental desenvolvida foi possível concluir que a aplicação de água do mar em processos têxteis é viável. Porém, há ainda diversas alternativas que podem ser estudadas e desenvolvidas para a obtenção de artigos têxteis e de moda com um design diferenciado através de processos associados com a sustentabilidade.

5 Referências

- AUGUSTO, L. G. DA S. et al. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, n. 6, p. 1511–1522, jun. 2012.
- BERLIN, L. G. **A Indústria Têxtil brasileira e suas adequações na implementação do desenvolvimento sustentável**. ModaPalavra e Periódico, 2014, p. 15–45.
- CHOUDHURY, A. K. R. **Finishing of denim fabrics**. In: Principles of Textile Finishing, 2017. p. 383–415.
- COSTA, A. L. B. **Avaliação de amaciadores para uso na indústria têxtil**. [s.l: s.n.].
- FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. **Psicodinâmica Das Cores em Comunicação**. 5ª edição ed. São Paulo, SP: [s.n.].
- FERREIRA, D. D. M.; KELLER, J.; SILVA, L. E. DA. **A Utilização da água pela indústria têxtil: Uma pesquisa no município de Brusque, SC**. Inter Science Place - Revista Científica Internacional, v.2, p. 1–19, 2009.
- FERREIRA, I. L. DE S.; OLIVEIRA, F. R.; STEFFENS, F. **Processos químicos têxteis utilizando água do mar : Propriedades mecânicas e colorísticas**. CONTEXMOD - Congresso Científico Têxtil e Moda, n. 1, p. 11, 2018.
- HATJE, V. **Composição da água do mar**. p. 1–29, [s.d.].
- JACOBI, P. R.; GRANDISOLI, E. **Água e Sustentabilidade: Desafios, perspectivas e soluções**. 1ª edição. ed. São Paulo: IEE/USP, 2017.
- KAN, C. W. **Washing techniques for denim jeans**. In: Denim. Woodhead Publishing, 2015. p. 313–356.
- LEITE, A. S. et al. **Custos ecológicos e sustentabilidade em recursos hídricos na Indústria têxtil**. Revista de Ciências Gerenciais, v. 17, n. 26, p. 103–111, 2013.
- OKALA. **Ecodesign Strategy Wheel**. In: Okala practitioner: Integrating Ecological Design. Okala Team, 2013. 84p.
- VALÉRIO, E.; VILAS, D. E. B. **Características Físicas E Químicas da água do mar**. p. 237–244, 2013.